Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der ...

Deutsche Gesellschaft für Psychologie



Zeitschrift

für

Psychologie

und

Physiologie der Sinnesorgane.

In Gemeinschaft mit

S. Exner, E. Hering, J. v. Kries, Th. Lipps,
G. E. Müller, C. Pelman, C. Stumpf, Th. Ziehen

herausgegeben von

Herm. Ebbinghaus und Arthur König.

20. Band.



Leipzig, 1899.

Verlag von Johann Ambrosius Barth.

Inhaltsverzeichnifs.

Abhandlungen.

Literaturbericht und Besprechungen.

I. Allgemeines.

II. Anatomie der nervösen Centralorgane.

III. Physiologie der nervösen Centralorgane.

IV. Sinnesempfindungen. Allgemeines.

V. Physiologische und psychologische Optik.

VI. Physiologische und psychologische Akustik.

XI. Vorstellungen.

XII. Gefühle.

XIII. Bewegungen und Handlungen.

XIV. Neuro- und Psychopathologie.

XV. Socialpsychologie.

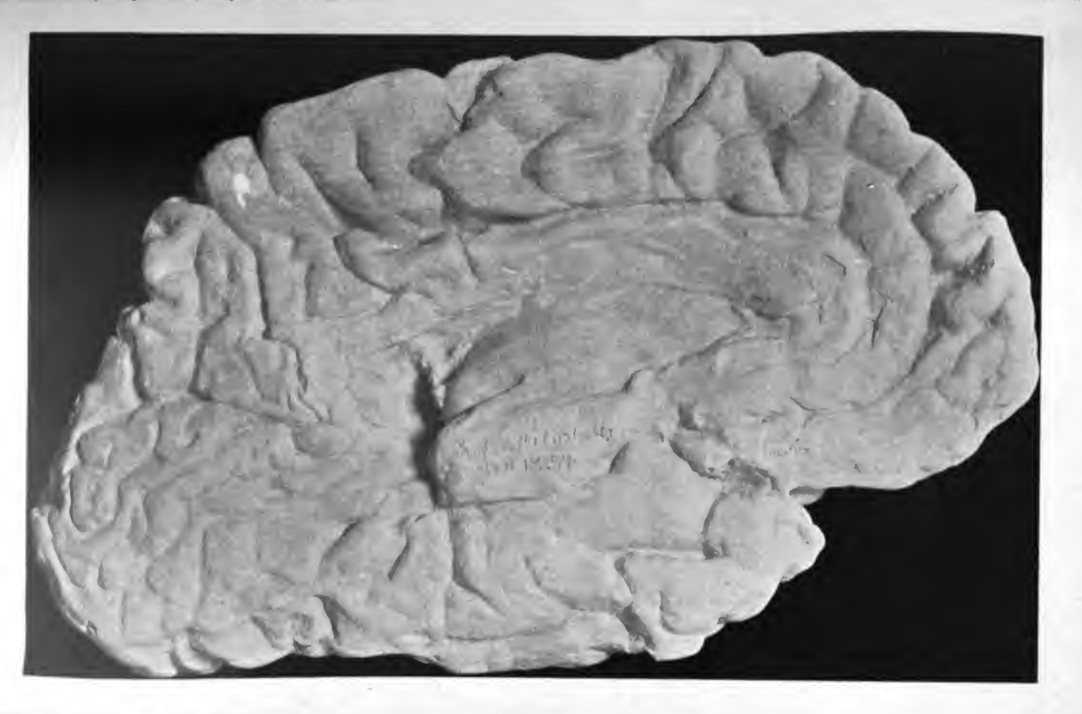
Berichtigung.

In meiner Abhandlung über „die Form des Himmelsgewölbes“ ist auf S. 356 des vorliegenden Bandes *dieser Zeitschrift* der Gesichtswinkel, unter welchem der Mond am Himmel erscheint, gleich 1° angegeben worden; es soll heifsen: „etwa ½ Grad“.

W. v. Zehender.



Verlag von Johann Ambrosius Barth in Leipzig.



Verlag von Johann Ambrosius Barth in Leipzig.

Ueber das Gehirn von HERMANN V. HELMHOLTZ.

Von

Professor DAVID HANSEMANN.

(Mit 2 Tafeln.)

HERMANN von HELMHOLTZ starb am 8. September 1894 Nachmittags 1 Uhr 11 Minuten an den Folgen eines Gehirnschlags, der ihn in zwei Anfällen 6 Wochen und 2 Tage vor dem Tode getroffen hatte. Am folgenden Tage wurde von mir in Gegenwart der behandelnden Aerzte, der Herren Dr. RENVERS, KIRCHHOFF und BEIN die Section gemacht. Da der Krankheitsfall an und für sich nicht von wissenschaftlichem Interesse ist, so theile ich nur soviel aus dem Sectionsberichte mit, als von allgemein menschlichem Standpunkte wissenswerth erscheint, und was sich auf das Gehirn bezieht:

Bei Herausnahme des Gehirns entleert sich eine grofse Menge Blut. Das Schädeldach ist mit der Dura sehr fest verwachsen. Nach Abziehen der Dura von demselben, zeigt sich die Innenfläche des Schädeldaches etwas rauh. Das Schädeldach ist ungewöhnlich leicht, sowohl Lamina interna, wie externa sind beide sehr dünn, auch die Lamina externa, besonders in den hinteren Abschnitten rauh und porös. Die Diploe ist breit, so dafs nur ganz schmale Streifen eburnisirter Substanz übrig sind, die an einzelnen Stellen hinten aufsen sogar vollständig geschwunden ist. Die Diploe ist sehr blutreich. Die Schädelnähte sämmtlich verstrichen. Die Impressiones digitatae an der Schädelbasis sind sehr stark entwickelt. Die Pacchionischen Granulationen in der Nähe der Mittellinie sind beiderseits aufserordentlich reichlich.

Bei einer Körperlänge von 169,5 cm maafs der Schädelumfang über der Haut 59 cm ohne die Haut 55 cm. Die gröfste Breite des Schädels (auf den Knochen gemessen) 15,5 cm die gröfste Länge 18,3 cm. Der Längenbreitenindex beträgt also 85,25,

so dafs der Schädel zu den Hyperbrachycephalen gehört. Der Schädel ist vollkommen symmetrisch.

Das Gehirngewicht beträgt inclusive der darin enthaltenen Blutcoagula 1700 g. Es liefsen sich 160 g Blutgerinnsel leicht aus dem Gehirn herausnehmen, doch war auch in dem Rest von 1540 g noch so viel Blut vertheilt, das sich ohne Verlust des Gewebes nicht entfernen liefs, dafs auch dieses Gewicht nicht das wahre Gehirngewicht darstellt. Ich taxire dasselbe noch auf 100 bis 120 g geringer. In der rechten Hemisphäre befindet sich eine Blutung von ungewöhnlicher Gröfse. Mit Ausnahme der Stirn, Schläfen und Hinterhauptslappen sind alle Theile sugillirt, zum Theil zertrümmert, auch die Schläfenlappen abgeplattet. Vollständig zerstört ist das Centrum semiovale und von den grofsen Stammganglien sind nur die mittleren und untersten Abschnitte erhalten. Die Blutung ist in den rechten Ventrikel durchgebrochen und füllt denselben mit Ausnahme des Hinterhornes an, während die übrigen Ventrikel frei von Blut sind. In dieser allgemeinen Zerstörung konnte man Blutgerinnsel zweierlei Alters unterscheiden, die den beiden apoplectischen Anfällen entsprechen. Der ältere, dunkel okerbraun gefärbte Herd ist etwa taubeneigrofs und befindet sich in dem Gebiet des Praecuneus, der frische etwa faustgrofse Herd nimmt den übrigen Theil der zerstörten Partie ein.

Die Gefäfse an der Basis des Gehirns sind stark sklerotisch verändert, jedoch auffällig unsymmetrisch, so dafs durchweg die rechte Seite stärker betroffen ist als die linke.

Das rechte Hinterhorn, das ziemlich frei von Blut ist, ist etwas erweitert; in demselben sitzt eine etwa haselnufsgrofse Cyste des Plexus deren Spitze mit dem Ependym des Ventrikels verwachsen ist. Auf der linken Seite erscheint der ganze Ventrikel leicht erweitert, besonders in Hinter- und Unterhorn. Auch hier ist der Plexus cystisch entartet und mit seinem äufseren Ende am Ependym des Hinterhorns fixirt. Das Ependym ist von normaler Beschaffenheit. Besonders mufs auch erwähnt werden, dafs im Gegensatz zu der senilen Atrophie des Schädeldaches, das Gehirn keinerlei senile Veränderungen erkennen liefs, trotz des Alters von 73 Jahren.

Die Arteriosklerose war im übrigen Körper nicht sehr stark entwickelt und speciell die Aorta war im oberen Abschnitt fast ganz intact. Doch zeigte das Herz eine leichte Hypertrophie

und die Noduli Arantii waren etwas verdickt. Die rechte Niere war wesentlich geschrumpft und in ihrem Becken befand sich neben etwas Gries ein etwa bohnengrofser platter Oxalatstein, der im Leben niemals Erscheinungen gemacht hatte. Die linke Niere war indessen grofs und von guter Beschaffenheit. Im Unterlappen der linken Lunge bestand eine leichte hyposatische Anschoppung und einige kleine Herde frischer aspiratorischer Hepatisationen. Die übrigen Organe waren in durchaus gutem Zustande.

Vielleicht interessirt es noch, dafs eine doppelseitige Polytelie bestand, in der Weise, dafs die überzähligen kleinen, aber gut entwickelten und mit einem Hof umgebenen Warzen, 7 resp. 7,5 cm unterhalb der normalen lagen.

Das Gehirn wurde gleich nach der Herausnahme durch einen Längsschnitt durch den Balken in die gesunde und die kranke Hälfte getheilt. Die letztere eignete sich wegen der ausgedehnten Zerstörung nicht zur Abformung. Die andere aber wurde, nach Entfernung der Pia mater in Gyps geformt und diese soll hauptsächlich Gegenstand des nachfolgenden Berichtes sein.

Um einigen irrthümlich verbreiteten Gerüchten entgegenzutreten, will ich hier bemerken, dafs das Gehirn selbst nicht conservirt wurde und dafs thatsächlich nur der Gypsabgufs übrig ist. Solche Abgüsse wurden an einige Herren abgegeben, die sich besonders dafür interessirten, so an Herrn Retzius, Herrn Edinger, Herrn Flechsig, Herrn Dubois-Holland und an die behandelnden Aerzte. Es war eigentlich selbstverständlich, dafs keinem dieser Herren eine Publication über den Abgufs zustand, denn, abgesehen von collegialen Rücksichten, stand die Erlaubnifs der Familie für eine Veröffentlichung bisher aus. Trotzdem hat Herr Flechsig es nicht unterlassen können, eine Notiz über das Gehirn zu publiciren, was zu verschiedenen Mifsdeutungen geführt hat. Die vorliegende Mittheilung geschieht mit ausdrücklicher Erlaubnifs der Wittwe des Verstorbenen, Frau Anna v. Helmholtz.

Wenn man das Gehirn eines ungewöhnlich genialen Menschen untersucht, so kann man sich, bei aller gewohnten Objectivität, subjectiver Empfindungen kaum enthalten, besonders wenn man der Ehre theilhaftig geworden ist, dem Verstorbenen näher gestanden zu haben und den Ausflufs seines Geistes unmittelbar empfunden hat. Man hat die Vorstellung, dafs der morphologische Ausdruck dieses Geistes aus den Gehirnformen einem förmlich

entgegenleuchten müfste. Das ist laienhaft gedacht und der Sachverständige weifs, dafs es anders ist. Aber dafs ein solcher Gedankengang in der Geistesrichtung der Menschen liegt, geht aus den Untersuchungen, die in dieser Richtung seit Erasistratos angestellt wurden hervor. Das lag selbst den noch rohen Theorien GALL's zu Grunde, das ist eine der Ursachen der zahllosen anthropologischen Schädelmessungen, die leider in dieser Richtung zu kaum nennenswerthen Erfolgen geführt haben. Das hat die Forscher veranlafst, die Gehirne, besonders solche hervorragend geistig begabter Menschen zu wägen. WELCKER, der besonders die Anschauung vertrat, dafs das Gewicht des Gehirns mit der geistigen Fähigkeit in Zusammenhang stünde, hat eine grofse Zahl von Gehirngewichten zusammengestellt. Diese ist noch vergröfsert worden unter vielen Anderen durch BISCHOFF und R. WAGNER, die WELCKER energisch und mit Erfolg entgegentraten. Wir wissen, dafs das Gewicht des Gehirns am allerwenigsten von seinem Gehalt an Ganglienzellen und Nervenfasern abhängt, sondern hauptsächlich von der Masse der Gliasubstanz und daneben von dem Feuchtigkeitsgrad und der Blutfülle. Das schwerste Gehirn, das je bekannt wurde, hat RUDOLPHI beobachtet. Es wog 2222 g und gehörte einem gewöhnlichen Menschen, Namens RUSTAN. Es folgt dann das Gewicht des Gehirns eines 3jährigen Kindes mit 1911 g, das VIRCHOW beobachtete und durch eine Hyperplasie der Glia erklärte. Das Gehirn von CUVIER wog 1830, das von ABERCROMBIE 1780, WERNER v. SIEMENS 1600 (sehr ödematös), das von DIRICHLET 1520, von GAUSS 1492, von FRANZ SCHUBERT 1420 u. s. w. Auf der anderen Seite hatten geistig bedeutende Männer ein geringes Gehirngewicht, so IGNATZ von DÖLLINGER 1207, der Mineraloge HAUSMANN 1226, der Physiologe HARLEY 1238 g u. s. w. v. HELMHOLTZ mit seinem wahrscheinlichen Gehirngewicht von 1420—1440 erhebt sich um nicht ganz 100 g über den Durchschnitt, der von BISCHOFF für den Mann mit 1358, für die Frau mit 1220 g angegeben wird. Darüber sind sich heutzutage alle Untersucher einig, dafs das Gewicht des Gehirns aufser allem Zusammenhang mit den geistigen Fähigkeiten des Menschen steht.

Eine andere Theorie wurde von PERLS aufgestellt und ist von EDINGER bedingungsweise übernommen worden. PERLS glaubte, dafs ein in früher Jugend bestehender Hydrocephalus den Schädel so erweitere, dafs wenn nun der Hydrocephalus ausheilt, das Ge-

hirn zu besonderer Entwickelung Raum besitzt. Edinger führt in dieser Beziehung Rubinstein und Cuvier an, die beide hydrocephalisch gewesen sein sollen, der erstere wie aus der Kopfform zu schliefsen ist, der zweite nach autentischen Berichten. Die Bedeutung eines frühzeitig ausgeheilten Hydrocephalus für die geistige Entwickelung halte ich in der That, wie ich später zeigen möchte, für wesentlich, aber nicht in dem Perl'schen Sinne. Denn die Grundlagen für die geistige Entwickelung sind zu der Zeit, in der ein solcher Hydrocephalus auszuheilen pflegt, schon vollendet und was man bei einem ausgeheilten Hydrocephalus findet ist nicht eine grofse Masse von Gehirn, sondern leicht erweiterte Ventrikel und Verwachsungserscheinungen am Plexus choroideus sowie tiefe Impressiones digitatae des Schädels. Gewagt erscheint es mir, aus der späteren äufseren Schädelform oder dem Kopfumfang auf einen früheren Hydrocephalus zu schliefsen, so lange sich diese Formen in den geringen Grenzen halten, die hier allein in Betracht kommen können. Von berühmten Männern mit breiten etwas vorspringenden Stirnen hatten an Kopfumfang Johannes Müller 614 mm, Richard Wagner 600 mm, Bismarck 590 mm (Hutmaafs), aber andere wieder sehr wenig z. B. Argelander 555 mm, Napoleon I. 564 mm, Darwin 563 mm, Schwann 565 mm. v. Helmholtz maafs, ohne Dolichocephale zu sein 590 mm, also trotz seiner geringeren Körpergröfse noch etwas mehr als Bismarck, von dem ich nur das Hutmaafs habe erhalten können. Dafs v. Helmholtz in seiner Jugend einen leichten Hydrocephalus gehabt hat, hat er mir persönlich mehrere Male erzählt. Die letzten Spuren davon konnten bei der Section noch nachgewiesen werden, so dafs diese Thatsache über allem Zweifel steht.

Wenn man von allen diesen speculativen Betrachtungen zunächst absieht, so können wir als eine Grundlage für eine besondere geistige Entwickelung die Zahl der nervösen Elemente des Gehirns auffassen und diese findet ihren grobanatomischen Ausdruck, soweit man bis jetzt weifs, in der Gestaltung der Gyri. So genau nun dieselben im Allgemeinen erforscht sind, so fehlen doch Untersuchungen der Gehirne von Menschen, deren geistige Fähigkeiten bekannt waren in der Hinsicht fast gänzlich, so dass ein schlechtes Vergleichungsmaterial vorliegt. Wirklich genauer untersucht wurden nur die Gehirne von C. F. Hermann, von Gauss, von Dirichlet und einigen weniger bekannten aber immerhin

noch bedeutenden Menschen. Die übrigen Angaben z. B. über GAMBETTA, NAPOLEON III. u. A. kommen meist nicht über vage Gerüchte hinaus.

Die auf den beiden dieser Abhandlung beigegebenen Tafeln enthaltenen Abbildungen stellen die linke Hemisphäre von aufsen und von der medianen Fläche dar. Sie wurden durch Photographie des Gypsabgusses gewonnen. Das Bild ist in der Länge etwa 3 cm kürzer als das Original und entsprechend in allen Dimensionen verkleinert. Dadurch, dafs das frische Gehirn abgeformt wurde, besitzt die Hemisphäre vorzugsweise nur diese beiden Flächen. Es ist durch diese Formveränderung in seiner Längen- und Höhendimension natürlich vergröfsert.

Wenn man das Gehirn v. HELMHOLTZ' betrachtet, wie es hier wiedergegeben ist, so fällt ganz im Allgemeinen eine besonders starke Gliederung der Gyri auf. Wenn man sich die Mühe giebt, die einzelnen Gyri aufzusuchen und zu verfolgen, so wird man sich leicht davon überzeugen können. Zunächst scheinen mir die Stirnlappen besonders entwickelt. Die Gyri sind hier durch tiefe Querfurchen so getheilt und geschlängelt, dafs man Mühe hat, die einzelnen bekannten Grundformen der Gyri und Sulci aufzufinden. Die Gliederung der Gyri prae- und postcentrales ist eine reiche, aber nicht übermäfsige, man sieht sie in gleicher Weise an zahlreichen gewöhnlichen Gehirnen. Ungewöhnlich entwickelt ist dagegen der hintere Abschnitt der ersten Schläfenwindung, den man als Gehörcentrum betrachtet, und ganz besonders die Partie zwischen dem Gyrus supramarginalis und der 3. Occipitalwindung. Hier springt vor Allem der Gyrus angularis mit seltener Deutlichkeit hervor. Er setzt sich mit einem Schenkel zur ersten, mit einem zweiten zur zweiten Schläfenwindung fort, so dafs zwischen dem Gyrus subangularis und der ersten Schläfenwindung zwei deutliche Gyri liegen. Es ist das der Punkt den FLECHSIG in seiner neuesten Abhandlung wie oben schon angedeutet, erwähnt hat. Betrachtet man das Gehirn von der medianen Fläche, so fällt neben der sehr guten Entwickelung der Gyri occipitales und des Gyrus paracentralis, die aufserordentlich reiche Gliederung der Stirnlappen auf. Ganz besonders aber imponirt die Breite und Eintheilung des Praecuneus. Ich möchte diesen Theil, der am frischen Gehirn noch viel augenfälliger war, als am Gypsabgufs, fast für den bemerkenswerthesten Abschnitt der ganzen Hemisphäre halten.

Die Lehre von der Gehirnlocalisation hat in den letzten Jahren sehr wesentliche Fortschritte gemacht. Ganz besonders durch die geistvollen Arbeiten FLECHSIG's, auf die ich in Bezug auf die Literatur im Uebrigen verweisen möchte. Ich glaube, dafs man in der That erst von einer Localisation geistiger Fähigkeit im Gehirn sprechen kann, seit FLECHSIG genau unterschieden hat zwischen Körperfühl- und Sinnessphären einerseits und Associationssphären andererseits. Die ersteren enthalten die eigentlichen Projectionsfasern, die vom Körper zum Gehirn und zurück leiten. Die Associationssphären dagegen enthalten Fasern, die die Verbindung der ersteren unter einander herstellen. Sie nehmen den bei Weitem gröfsten Theil der Gehirnoberfläche ein, fast den ganzen Stirnlappen bis auf die hintersten Abschnitte, die Schläfenlappen bis auf den hinteren Abschnitt der ersten Windung, die Occipitallappen mit Ausnahme des gröfsten Theiles des dritten, des Gyrus lingualis und des Cuneus, endlich den Praecuneus und die der anliegenden Scheitelwindungen. Alles übrige entspricht der Körperfühlsphäre im weitesten Sinne des Wortes, also besonders die Gyri centrales, paracentralis, der hintere Abschnitt der äufseren Stirnwindungen, ein Theil des Gyrus fornicatus, der Cuneus, der Gyrus lingualis, ein Theil des Gyrus occipitalis III, der Gyrus limbicus und der hintere Abschnitt der ersten Schläfenwindung. Die Körperfühl- und Sinnessphären müssen bei jedem Menschen bis zu einem gewissen Grade entwickelt sein, wenn nicht eclatante Defecte auftreten sollen. Sie sind sogar bei Mikrocephalen im Wesentlichen ausgebildet. Aber die Associationssphären können in ziemlich breiten Grenzen erkranken und selbst bei mäfsiger Ausbildung derselben kann noch ein normaler, wenn auch vielleicht geistig unbedeutender Mensch resultiren. Zweifellos aber müssen sie bei geistig hervorragenden Menschen besonders ausgebildet sein.

Betrachten wir das HELMHOLTZ'sche Gehirn mit Rücksicht auf diese Punkte, so kommen wir zu dem Resultat, dafs es gerade die Associationssphären FLECHSIG's sind, die an dem Gehirn eine besondere Ausbildung zeigen, und von diesen besonders die Centralgebiete der Associationssphären, die er neuerdings wegen ihrer späten Entwickelung als Terminalgebiete mit den Zahlen 33—40 belegt hat. Es sind das diejenigen Regionen, die vorher schon besonders hervorgehoben wurden an den Stirn-, Scheitel-, Schläfenlappen und am Praecuneus (besonders die

Regionen 33, 39, 36, 37, 40 und 34 Flechsig's). Die vorzugsweise Ausbildung dieser Theile fällt mehr noch auf, wenn man sie mit einer grofsen Zahl von Gehirnen gewöhnlicher Menschen vergleicht. Da findet man am häufigsten die Sinnessphären in ähnlicher Weise entwickelt, wie an dem Helmholtz'schen Gehirn, während die Associationssphären weit dahinter zurückstehen. Oft sieht man aber auch die eine oder andere dieser letzteren besonders gut ausgebildet. Flechsig erwähnt schon in seiner oben angeführten Notiz, dafs er die beiden Gyri zwischen Temporalis I und Subangularis aufser bei Helmholtz bei einer einfachen aber sehr tüchtigen Frau aus dem Volke gefunden habe. Seit den wenigen Wochen, dafs diese Notiz erschienen ist, habe ich dasselbe Verhältnifs an vier Gehirnen von Menschen gefunden, über deren geistige Eigenschaften nichts Besonderes zu sagen ist. Auch Gehirne gewöhnlicher Menschen, bei denen die Associationscentren in der verschiedensten Combination besonders entwickelt sind, habe ich wiederholt gesehen. Am seltensten fand ich den Praecuneus in solcher Gliederung wie an dem Helmholtz'schen Gehirn. Man kann also sagen, dafs das Helmholtz'sche Gehirn eine ungewöhnliche Ausbildung zeigt in Bezug auf die angeführten Punkte, dafs man aber doch gelegentlich ähnliche Zustände auch bei mittelmäfsig begabten Menschen sehen kann. Aus Alledem ergiebt sich die Folgerung, dafs man bei einem ungewöhnlich begabten Menschen eine reiche Gliederung des Gehirns und besonders der Associationssphären im Allgemeinen zu finden erwarten kann, dafs man aber umgekehrt nicht aus einer solchen Gliederung auf die geistige Bethätigung eines Menschen schliefsen darf.

Dieser Schlufs war theoretisch vollkommen zu erwarten. Es genügt nicht, dafs die Associationssphären da sind, sie müssen auch functioniren. Damit dies geschehe, mufs irgend ein Reiz im weitesten Sinne des Wortes einwirken, der die vorhandenen, besonders entwickelten Partien zur Thätigkeit anregt, und es fragt sich, ob man über solche Reize im Allgemeinen und für diesen speciellen Fall etwas aussagen kann. Zu diesem Zwecke möchte ich die Intelligenzen in vier Gruppen ordnen.

Die erste Gruppe umfafst die acut gesteigerten Intelligenzen, die sowohl auf der Basis eines gewöhnlichen Verstandes als auch allgemein erhöhter Intelligenz vorgefunden werden. In dieser Gruppe können wir den einwirkenden Reizen am leichtesten

nachkommen, weil sie in vielen Fällen unmittelbar beobachtet werden. Es sind das chemische Substanzen, die excitirend auf die Nerventhätigkeit wirken, oder psychische Reize, die durch sinnliche Aufnahme zu einer gesteigerten Gehirnthätigkeit führen. In erster Linie ist hier der Alkohol zu nennen, und wir haben in Fritz Reuter und Victor Scheffel zwei klassische Beispiele für die gesteigerte geistige Thätigkeit unter dem Einfluſs des Alkohols. Bekannt ist die Einwirkung des Kaffees, des Thees, des Tabaks, des Kamphers und des Arseniks auf eine Steigerung der Nerventhätigkeit. Die psychischen Reize sind auſserordentlich mannigfaltig und individuell sehr verschieden. Sie können durch das Auge oder durch das Ohr vermittelt werden, in der Form schöner Landschaften, Beleuchtungen, Kunstwerke, groſser Naturereignisse, oder auch einfacher Licht- und Toneffecte. Von Schiller wird erzählt, daſs seine Phantasie durch den Geruch von Aepfeln gesteigert wurde. Zuweilen aber sind die Reize auch sehr complicirter Natur. So ist der Einfluſs groſser Versammlungen auf die Redefähigkeit einzelner Menschen bekannt. Dahin gehört auch die Steigerung der Leistungsfähigkeit durch die geistige Arbeit selbst und durch die Summirung der Eindrücke im Laufe des Tages, so daſs am Abend eine höhere Intelligenz besteht als am Morgen. Bei vielen Charakteren spielt auch die Phantasie selbst die Rolle eines Reizes, z. B. in der Aussicht auf Belohnung oder Erfolg. Endlich sind bekanntlich von besonderer Bedeutung die sexuellen Erregungen.

Eine zweite Gruppe umfaſst die ohne pathologische Ereignisse im mittleren Alter abnehmende Intelligenz. Diese Form wird vielleicht am häufigsten beobachtet, bei der die Menschen in jüngeren Jahren Vorzügliches leisten und dann allmählich zu gewöhnlichen Durchschnittsgeistern herabsinken. Sie haben sich, wie man vulgär sagt, verausgabt. Auch hier giebt es klassische Beispiele, wie den Danteübersetzer Witte, der mit 14 Jahren das Doctorexamen machte und mit 16 Jahren in Berlin dociren wollte. Aber nicht nur die meisten sogenannten Wunderkinder, gehören hierher, von denen nur Mozart und Gauss eine rühmliche Ausnahme machten, sondern eine groſse Zahl intelligenter Menschen aller Berufsklassen. Bei manchen läſst die geistige Fähigkeit schon in den zwanziger Jahren, bei den meisten erst in den vierziger Jahren nach. Man wird sich hier nicht vorstellen müssen, daſs die ursprünglich vorhandenen Nervenzellen

und Fasern degeneriren, denn das würde ein pathologischer Zustand sein, sondern dafs sie sich für die Reize abstumpfen, dafs ihre Reizbarkeit abnimmt. Es würde von Interesse sein, die Gründe für diese Ermüdung aufzusuchen, indessen hat man selten Gelegenheit, in das individuelle Privatleben solcher Leute genügend einzudringen.

Als die dritte Gruppe möchte ich die pathologischen Intelligenzen bezeichnen. Sie ist vielleicht am häufigsten Gegenstand psychologischer Untersuchungen gewesen und hat zu dem bekannten Satz geführt, dafs Genie und Irrsinn dicht bei einander liegen. Wir haben es hier mit einer pathologisch gesteigerten geistigen Thätigkeit zu thun, die selten zu einem wirklichen Fortschritt führt, meist nur zu einer sensationellen Popularität, wie z. B. bei Nitsche, der es nicht über einen Erfolg bei denjenigen brachte, die seinen Geist nicht vom psychiatrischen Standpunkte zu beurtheilen vermochten. Die pathologische Intelligenz führt immer zum Irrsinn. Ich stelle mir den Reiz in solchen Fällen als eine progrediente, entzündliche oder degenerative Gehirnkrankheit vor, von ganz unmerklichem Beginn und wenigstens im Anfang sehr chronischem Verlauf. Gerade in dem Progredienten liegt das Charakteristische dieser Gruppe und dadurch unterscheidet sie sich von der folgenden.

Diese vierte Gruppe ist diejenige, die hier besonders in Betracht kommt. Sie umfafst die dauernden Intelligenzen, die das ganze Leben über Stand halten, und höchstens durch senile Veränderungen im spätesten Alter abgeschwächt werden. Dazu gehören die wirklichen Genies, die von maafsgebender Bedeutung für die Fortschritte der Cultur waren, um nur einige zu nennen, Männer wie Newton, Cuvier, Goethe, Beethoven, Bismarck. Hierher rechne ich auch Helmholtz. Man wird bei dieser Gruppe, um die Entstehung der Intelligenz auf der Basis einer besonderen Gehirnentwickelung zu erklären, nicht einen einheitlichen Reiz annehmen dürfen, sondern von Fall zu Fall untersuchen müssen. Es ist vielleicht nicht ohne Bedeutung, dafs man gerade bei einer Anzahl hervorragender Männer Assymmetrien des Schädels durch frühzeitige Nahtverknöcherung und sonstige Anomalien gefunden hat. So waren nach Welcker's Angaben Paracelsus, Wilhelm v. Humboldt und Philipp Meckel Platycephalen mit weiten und wenig tiefen Augenhöhlen. Schiller und Kant waren Brachycephalen mit starker Assymmetrie des

Schädels. Nach NICOLUCCI's Angabe war DANTE's Schädel unregelmäfsig durch einseitige Nahtverknöcherung. Ob solche Verschiebungen zu Reizzuständen im Gehirn führten, ist zunächst zweifelhaft, wenn auch nicht ausgeschlossen. Man wird sich auch die Frage vorlegen müssen, ob der Reiz, in dem weiten Sinne, in dem ich ihn hier gefafst habe, ein innerer sein kann, der gewissermaafsen den Ganglienzellen angeboren anhaftet, so dafs sie bei manchen Menschen aus sich heraus stärker functioniren, als bei anderen, ein Zustand, der sich natürlich nicht mit erhöhter Reizbarkeit deckt.

Ich habe hier alle diese Punkte, die man in der Kürze nicht erschöpfend behandeln kann, nur andeutungsweise besprochen, um anzugeben, welche Stellung ich für das Gehirn von HELMHOLTZ beanspruchen möchte. Ich glaube in der That, dafs hier der Reiz anatomisch deutlich genug zum Ausdruck gekommen ist und zwar in den letzten Ueberresten des geringen Hydrocephalus. Dafs hierdurch ein gewisser Gehirndruck ausgeübt wurde, ist zweifellos. Dieser hat sich im Leben zuweilen, wenn auch glücklicher Weise selten, zu leichten Ohnmachtsanfällen gesteigert, die mir v. HELMHOLTZ selbst einmal als epileptoide bezeichnete. Dafs ein solcher vermehrter Gehirndruck, der sich in den mäfsigsten Grenzen erhält, einen Reizzustand im Gehirn hervorrufen kann, bedarf wohl nicht einer besonderen Beweisführung.

So glaube ich denn in der That, dafs das häufige Zusammentreffen von leichter Hydrocephalie und besonderer geistiger Fähigkeit, wie es von PERLS und EDINGER hervorgehoben wurde, kein zufälliges ist, sondern dafs die letztere aus der ersteren in Verbindung mit einer besonderen Entwickelung des Gehirns, vornehmlich der Associationssphären resultirt. Speciell bin ich der Ansicht, dafs in dem vorliegenden Fall eine zunächst befriedigende anatomische Erklärung für die hohe Intelligenz gegeben werden konnte. Ich sage „zunächst", denn unsere Ansprüche in dieser Beziehung sind einstweilen noch sehr primitive und unsere Kenntnisse im Verhältnifs zur Feinheit des ganzen Apparates noch unendlich geringe.

Sollen auf diesem Gebiete sichere Grundlagen gewonnen werden, so ist es nothwendig, möglichst viele Gehirne solcher Menschen zu untersuchen, deren geistige Thätigkeit bekannt war. Es brauchen das nicht immer hervorragende Geistesheroen zu

sein, wenn man nur über den geistigen Grad und die Fähigkeit der Individuen unterrichtet ist. Ja ich möchte glauben, dafs, bei dem heutigen noch primitiven Wissen auf diesem Gebiete, die Untersuchung gerade solcher Menschen besonders förderlich sein müfste, die eine ganz einseitige Begabung besessen haben, bei sonst mittelmäfsigem Verstande, z. B. Menschen mit einseitigem Zahlengedächtnifs, oder hervorragender manueller Geschicklichkeit bei sonstiger Mittelmäfsigkeit, ganz besonders aber sollten die Gehirne solcher Menschen untersucht und wissenschaftlich festgelegt werden, die sich in irgend einer ausgesprochenen Richtung documentirt haben. Dafs das bisher so selten möglich war, liegt meist an den Vorurtheilen der Hinterbliebenen, zuweilen auch an einer directen Abneigung der Verstorbenen selbst. Das Gehirn eines hervorragenden Denkers, das ununtersucht der Verwesung anheimgegeben wird, ist wie ein klassisches Kunstwerk, von ungeschickter Hand zertrümmert, das man wegwirft, ohne den Versuch zu machen, es wenigstens bis zu einem gewissen Grade zu reconstruiren.

Literaturverzeichnifs.

1. Welcker, Abhandl. der naturf. Vers. zu Halle, Bd. VII.
2. Derselbe, Schiller's Schädel und Todtenmaske. Braunschweig 1883.
3. Bischoff, Das Hirngewicht des Menschen. Bonn 1880.
4. R. Wagner, Ueber die typischen Verschiedenheiten der Windungen der Hemisphären und über die Lehre vom Hirngewicht. Göttingen 1860.
5. Virchow, Die Entwickelung des Schädelgrundes. Berlin 1857.
6. Flechsig, Neue Untersuchungen über die Markbildung in den menschlichen Grofshirnlappen. *Neurol. Centralbl.* 1898, Nr. 21.
7. Derselbe, Gehirn und Seele. Leipzig 1896.
8. Derselbe, Die Localisation der geistigen Vorgänge. Leipzig 1896.
9. Edinger, Vorlesungen über den Bau der nervösen Centralorgane. 5. Aufl. Leipzig 1896.

(*Eingegangen am 13. Januar 1899.*)

Ueber Beurtheilung zusammengesetzter Klänge.

Von

Max Meyer.

1. Unter zusammengesetzten Klängen verstehe ich in den folgenden Ausführungen nur solche Klänge, die analysirbar[1] sind, bei denen also mehr als Ein Ton (mehr als Eine Tonhöhe) herausgehört werden kann. Zu den zusammengesetzten Klängen rechne ich hier also z. B. nicht eine solche, von einer Stimmgabel auf Resonanzkasten erzeugte Gehörsempfindung, bei der es trotz gröſster Uebung und Aufmerksamkeit des Beobachters nicht gelingt, mehr als Einen Ton herauszuhören; daſs auch bei einer solchen Stimmgabel, wie man vermittelst verschiedener Methoden zeigen kann, in der Regel mehr als Eine Sinusschwingung unser Gehörorgan trifft, ist eine physikalisch-physiologisch interessante Thatsache, die jedoch in rein psychologischer Hinsicht unser Interesse nicht zu erregen vermag. Eine Gehörsempfindung, die wir auf keine Weise analysiren können, haben wir kein Recht anders zu benennen als „einen einfachen Ton".[2]

---

[1] Daſs die Analyse eines Klanges auf mehrere Arten vollzogen werden kann, habe ich *diese Zeitschrift* Bd. 18, S. 281 dargelegt und setze dies hier als bekannt voraus.

[2] Wenn der Physiker eine physikalische Analyse eines Schwingungsvorganges ausführen will, so kann er sich dazu eines Resonators bedienen, vermittelst dessen er das Stärkeverhältniſs der einzelnen Sinusschwingungen zu Gunsten Einer solchen ändert. Eine psychologische Analyse ist das natürlich nicht, da ja bei Benutzung eines Resonators das Sinnesorgan in ganz anderer Weise afficirt wird als vorher.

Häufig wird empfohlen, man solle, wenn man einen Klang analysiren will, den Kopf hin und her bewegen. Dies ist jedoch auch nur ein Mittel zur physikalischen Analyse, zur Feststellung der existirenden Sinusschwingungen. Das Stärkeverhältniſs dieser Schwingungen ist nämlich in jedem begrenzten Raume aus bekannten physikalischen Gründen ein

Natürlich kann Niemandem das Recht bestritten werden, gewisse physikalische Vorgänge mit dem Namen „Ton" zu benennen. Ob freilich die in neuerer Zeit gebräuchlich gewordene Definition eines „physikalischen Tons" als einer Sinusschwingung sich als wissenschaftlich brauchbar bewähren wird, ist zweifelhaft, ja unwahrscheinlich. Wie man jedoch auch darüber denken mag, jedenfalls mufs man daran festhalten, dafs eine rein psychologische Untersuchung wie diese sich auch nur auf psychologische, nicht auf physikalische Definitionen stützen darf. Wir nennen also einen einfachen Ton diejenige (zum Unterschied von einem Geräusch durch eine bestimmte Tonhöhe charakterisirte) Gehörsempfindung, die von dem Hörenden trotz gröfster Uebung und Aufmerksamkeit nicht analysirt werden kann.[1]

2. Noch zwei andere Fragen von principieller Wichtigkeit sind zu erledigen. Ich setzte oben zu dem Worte „Ton" in Parenthese „Tonhöhe" und zwar aus folgendem Grunde. Das Wort „der Ton" (wenn damit ein ganz bestimmter Ton bezeichnet wird: dieser Ton) wird in zwei Bedeutungen gebraucht, deren

aufserordentlich verschiedenes an verschiedenen Stellen des Raums. Wenn ich den Kopf bewege — häufig genügt eine Bewegung von wenigen Centimetern —, so ändere ich damit den mein Sinnesorgan treffenden Reiz zu Gunsten einiger, zu Ungunsten anderer Sinusschwingungen.

Abgesehen davon, dafs man bei bewegtem Kopf gar nicht einen einzigen Klang, sondern bei jeder Kopfstellung einen anderen hört (dasselbe gilt von beiden Ohren: man hört kaum jemals mit dem einen Ohre gleichzeitig genau denselben Klang wie mit dem anderen), sind Kopfbewegungen für die psychologische Analyse eines Klanges ebenso wenig förderlich als Bewegungen anderer Körpertheile, da sie die Aufmerksamkeit ablenken können.

[1] Stumpf (Tonpsychologie II, S. 222) behauptet freilich auch die Existenz unbemerkbarer Empfindungen (von Empfindungsunterschieden will ich hier absehen, obwohl ich auch darin nicht unbedingt Stumpf's Ansicht theile) und würde daher wohl obige Definition nicht gelten lassen. Mit gleichem Rechte könnte ein Chemiker die Behauptung aufstellen, Gold sei kein einfaches Metall. Solche Behauptungen dürften wohl wissenschaftlich ohne Nutzen sein, solange ihnen keine wirkliche Analyse zu Grunde liegt und auch nicht gewichtige Gründe dazu zwingen, eine Hypothese zu bilden. In unserem Falle aber sehe ich keine Gründe, die uns dazu zwingen, die Existenz unbemerkbarer Tonempfindungen (nach Lipps' Ausdrucksweise müfste ich sagen: solcher unbewufsten, bewufsten Tonempfindungen entsprechenden seelischen Erregungen, die selbst unter den günstigsten subjectiven Bedingungen der Aufmerksamkeit niemals bewufst werden könnten) anzunehmen.

mangelnde Unterscheidung von Seiten Unmusikalischer mancherlei Irrthümer herbeigeführt zu haben scheint. Die eigentliche Bedeutung des Ausdrucks „Ton" ist „Tonhöhe". Die zweite Bedeutung findet sich beispielsweise in folgendem Falle. Wenn ein aus Männern und Frauen bestehender Chor (z. B. beim Gemeindegesang in der Kirche) in Octavenparallelen singt, so sagt nicht nur der Musikalische (bei dem es eine Folge der Gewöhnung sein könnte), sondern auch der Unmusikalische nicht, dafs zweistimmig gesungen werde, sondern dafs Männer und Frauen denselben Ton singen. Indessen ersterer weifs, dafs hier mit „Einstimmigkeit" keineswegs gemeint ist, dafs Männer und Frauen dieselbe Tonhöhe singen. Letzterer jedoch weifs es häufig nicht, dafs der Satz „es ist derselbe Ton" zwei ganz verschiedene Urtheile bezeichnen kann; oder er weifs es wohl, denkt jedoch im Augenblick nicht daran: es weifs es in der Theorie, aber nicht in der Praxis.

Um diese beiden Urtheile auch im sprachlichen Ausdrucke genau zu unterscheiden, könnte man vielleicht unmusikalische Versuchspersonen daran gewöhnen, im letzteren Falle nicht das Wort „Ton" anzuwenden, sondern das Wort „Note", also beispielsweise zu sagen: „Männer und Frauen sangen dieselbe Note."[1] Doch bleibt zu beachten, dafs „Note" hier nicht angewandt ist im Sinne von Note in der Musik (wo alle Octaventöne gleich benannt sind), sondern zur Bezeichnung eines ganz bestimmten tonpsychologischen Urtheils, das bei Octaventönen immer, häufig auch bei Quinten und Quarten, fast nie bei anderen Intervallen auftritt. Die Thatsache des Auftretens dieses Urtheils halte ich psychologisch für eine letzte und nicht weiter erklärbare; höchstens eine physiologische Erklärung halte ich für möglich.

Stumpf (Tonpsychologie II S. 65) glaubt die von ihm selbst ausführlich mit Beispielen belegte Thatsache, dafs auf verschieden hohe Töne das Urtheil „gleich" angewandt wird, durch seinen Begriff der Verschmelzung erklären zu können. Indessen, jenes

[1] Dafs eine Einübung darauf hin, die beiden Arten von Urtheilen durch zwei verschiedene Bezeichnungen auszudrücken, durchaus nicht ausgeschlossen ist, ersieht man daraus, dafs dieselben Personen, die beim Hören von Octaventönen das Urtheil fällen „es ist derselbe Ton", auf den Unterschied der Urtheile aufmerksam gemacht gar nicht im Zweifel darüber sind, dafs der eine Ton beträchtlich höher ist als der andere.

Urtheil tritt bei successiven Tönen ebenso auf wie bei gleichzeitigen, bei denen es überhaupt nur unter Voraussetzung einer Analyse zu Stande kommen kann; Verschmelzung aber definirt STUMPF gerade als ein solches Verhältnifs, wodurch sich gleichzeitige Sinnesempfindungen vor aufeinanderfolgenden auszeichnen. Passender erscheint es, wenn man wie LIPPS von „Tonverwandtschaft" spricht. Dies Wort ist recht geeignet, die Unterschiede zwischen den verschiedenen Intervallen zu bezeichnen und auch die Thatsache zum Ausdruck zu bringen, dafs man den Begriff einer partiellen Gleichheit anwendet —, einer partiellen insofern, als diejenigen, die von Gleichheit sprechen, dabei sich die Verschiedenheit der Tonhöhe durchaus gegenwärtig zu halten im Stande sind, ohne freilich das genauer beschreiben zu können, worin Gleichheit besteht.[1]

3. Schliefslich mufs ich noch, da im Folgenden viel von „Aufmerksamkeit" die Rede ist, sagen, in welchem Sinne ich dieses Wort gebrauche. „Die Aufmerksamkeit eines Individuums ist auf einen seelischen Inhalt gerichtet", darunter verstehe ich weiter nichts, als dafs dieser seelische Inhalt vor anderen gleichzeitigen Inhalten eine besondere seelische Kraft entfaltet, einen besonderen seelischen Wirkungsgrad besitzt.

Ich leugne nicht, dafs dieser besondere Wirkungsgrad sich häufig auch darin äufsert, dafs gewisse Muskelcontractionen hervorgerufen werden, die ihrerseits wieder Spannungsempfindungen zur Folge haben. Diese Letzteren pflegen im gewöhnlichen Sprachgebrauche zur Aufmerksamkeit hinzugerechnet zu werden. Sie werden uns jedoch im Folgenden nicht weiter interessiren.

Keineswegs verstehe ich unter Aufmerksamkeit „die Lust am Bemerken" und unter willkürlicher Aufmerksamkeit „den Willen, sofern er auf ein Bemerken gerichtet ist." Hierdurch würde man genöthigt werden, auch ein „Bemerken ohne Auf-

[1] Wir sprechen ja auch von Blutsverwandtschaft nicht dann, wenn wir bestimmte Körpertheile angeben können, die bei einem Individuum ganz genau so gebaut sind, wie bei einem anderen — was wohl nie der Fall sein dürfte —, sondern wenn die Individuen in etwas übereinstimmen, was gar nicht ein Theil ihrer selbst ist, dem Erzeuger. Darum kann man auch wohl von Verwandtschaft der Töne sprechen, obwohl nichts an ihnen selbst gleich ist, sondern vielleicht nur Gleichheit eines gewissen, allerdings noch ganz hypothetischen (wahrscheinlich physiologischen) Causalzusammenhangs stattfindet.

merksamkeit" anzunehmen. Ich möchte zwischen Bemerken und Bemerken keinen Unterschied nur deshalb machen, weil das Bemerken durch verschiedene Ursachen hervorgerufen werden oder verschiedene Folgen haben kann. Eine Unterscheidung zwischen Bemerken ohne und Bemerken mit Aufmerksamkeit ist nur zu sehr geeignet, das Mifsverständnifs aufkommen zu lassen, als handle es sich, abgesehen von der Verschiedenartigkeit des Causalzusammenhangs auch um zwei an sich verschiedene psychologische Vorgänge, die etwa nur zufällig denselben Namen „Bemerken" erhalten hätten. Andererseits scheint es bedenklich, für das Gefühl der „Lust" und für den „Willen" nicht nur andere Bezeichnungen, sondern sogar für beide Begriffe nur eine einzige Bezeichnung, Aufmerksamkeit, anzuwenden.

4. Nehmen wir nun an, Jemand höre einen aus zehn Tönen zusammengesetzten Klang. Wie wird sich dann seine Aufmerksamkeit gegenüber den zehn Tönen verhalten? Im gewöhnlichen Leben pflegt man anzunehmen, dafs unsere Aufmerksamkeit sich immer nur auf Einen seelischen Inhalt, nicht aber gleichzeitig auf mehrere richten könne. Dies ist nun streng genommen allerdings falsch, aber doch insofern richtig, als beim Fehlen besonderer Uebung und beim Fehlen besonderer Willensthätigkeit in der That unsere Aufmerksamkeit fast immer auf nur Einen seelischen Inhalt in höherem, auf alle anderen in verschwindend geringem Grade gerichtet ist. Dies zeigt sich auch beim Hören von Tönen. Wenn wir unter den erwähnten Umständen zehn Töne gleichzeitig hören, so zieht Einer davon die Aufmerksamkeit auf sich. Diese Eine Tonempfindung besitzt allein so viel seelische Kraft, um ein Tonhöhenurtheil hervorzurufen. Alle anderen Tonempfindungen vermögen nicht, besondere Tonhöhenurtheile (zunächst handelt es sich um blofse Existentialurtheile[1]) hervorzurufen. Jene Eine Tonhöhe wird allein „bemerkt". Die anderen Tonempfindungen bleiben deshalb jedoch nicht gänzlich wirkungslos, sondern rufen jenes Urtheil über die Gehörsempfindung hervor, das wir ein Klang-

[1] subjective Existentialurtheile nach H. Cornelius, *Vierteljahrsschrift f. w. Philosophie*, Bd. 16, S. 413. Uebrigens sehe ich mich neben vielfacher Uebereinstimmung mit Cornelius' Ausführungen über Klanganalyse u. s. w. genöthigt, so vielfach eine von der seinigen verschiedene Beschreibung des Thatbestandes vorzuziehen, dafs ich auf eine Angabe aller einzelnen Punkte, in denen ich von ihm abweiche, hier lieber verzichten möchte.

farbenurtheil (auch hier handelt es sich zunächst um ein blofses Existentialurtheil) zu nennen pflegen.

Es fragt sich nun, welcher von den zehn Tönen unseres Beispiels die Aufmerksamkeit auf sich ziehen wird. Nun können hier subjective Bedingungen vorliegen, z. B. einer von den zehn Tönen kann erwartet sein; dann wird dieser leicht die Aufmerksamkeit auf sich ziehen. Oder es können objective Bedingungen vorliegen und zwar solche von mehrfacher Art: Entweder ist der ganze Klang ruhend, unverändert während seiner ganzen Dauer, oder er erleidet partielle (qualitative) Aenderungen, die stetig oder unstetig erfolgen können. Und ferner sind entweder alle Töne gleich stark oder einige sind gleich stark oder alle sind verschieden stark.[1] Nach unseren gewöhnlichen

[1] Unter gleicher Stärke verstehe ich natürlich nicht Gleichheit einer durch irgend eine mathematische Formel definirten physikalischen Stärke, sondern Gleichheit der Empfindungsstärke. Zwar ist es sehr schwer, über die Stärke verschieden hoher Töne zu urtheilen; indessen einen anderen Weg zur Feststellung der Empfindungsstärke als diesen subjectiven giebt es nun einmal nicht. Wie sich jene mathematisch definirten Gröfsen bei als gleich beurtheilter Empfindungsstärke verschieden hoher Töne verhalten, ist bis jetzt leider noch nicht durch Versuche festgestellt worden. Diese Feststellung wird unter Anderem noch dadurch erschwert, dafs in Bezug auf die Stärke hoher und tiefer Töne eine gewisse Voreingenommenheit besteht, die das Urtheil über die Gleichheit der Stärke beeinträchtigt. Ziemlich allgemein verbreitet ist die Ansicht, dafs hohe Töne bei gleicher Reizstärke gröfsere Empfindungsstärke besitzen als tiefere Töne. Indessen, was gilt hier als Reiz? ein Vorgang im Ohr oder irgendwo in der Luft oder in dem Musikinstrument? Und wie ist Reizstärke mathematisch zu definiren? Man ist natürlich leicht geneigt, ohne Weiteres die Reizstärke eines Contrabasses für viel gröfser zu halten, als die einer Piccoloflöte. Aber mit welchem Recht? Vorläufig scheint es mir höchstens berechtigt zu sagen, dafs die technischen Schwierigkeiten bei der Erzeugung hoher Töne von grofser Empfindungsstärke geringer sind, als bei der Erzeugung tiefer.

Nach Meinong, *diese Zeitschrift* Bd. 11, S. 112, hat es freilich überhaupt keinen Sinn zu fragen, ob zwei verschiedene Qualitäten ihrer Intensität nach gleich oder verschieden grofs sind. Ich meine jedoch, dafs man sehr wohl versuchen kann, zwei verschieden hohe auf einander folgende Töne (bei Aufeinanderfolge kann von einer Wirkung der relativen Höhe auf die Aufmerksamkeit nicht die Rede sein) daraufhin zu beurtheilen, welcher von beiden Tönen allein durch seine Stärke die Aufmerksamkeit in höherem Grade in Anspruch zu nehmen vermag. Diesem würde ich dann die gröfsere Stärke zuschreiben. Verschieden hohe Töne können — das wird

Erfahrungen auf anderen Gebieten des Lebens können wir nun Folgendes erwarten:

a) Die stärkste Empfindung zieht die Aufmerksamkeit auf sich.

b) Eine stetig anders (höher oder tiefer, oder auch stärker) werdende Empfindung zieht die Aufmerksamkeit auf sich.

c) Eine neu auftretende Empfindung zieht die Aufmerksamkeit auf sich.

Diese Gesetze nun findet man bei den Tonempfindungen durchaus bestätigt. Das erste kann natürlich nur bestehen, wenn eine Empfindung alle anderen an Stärke übertrifft. Sind alle (oder einige, und zwar die stärksten) gleich stark, so würde die Aufmerksamkeit sich gleichmäfsig auf die gleich starken Empfindungen vertheilen, wenn nicht andere Umstände Eine vor den anderen Empfindungen begünstigten.

Die angeführten Bedingungen für die Zuwendung der Aufmerksamkeit werden sehr häufig gleichzeitig vorhanden sein und dann auch oft einander widerstreiten. Welche von ihnen aus dem Kampf als Sieger hervorgeht, dafür giebt es natürlich keine allgemeine Regel, sondern das hängt davon ab, welche Bedingung im einzelnen Fall am stärksten ist.[1]

Wenn Jemand seine Aufmerksamkeit auf sämmtliche zur Zeit vorhandenen Tonempfindungen gleichmäfsig vertheilt, und wenn so diese sämmtlichen Tonempfindungen gleichzeitig Tonhöhenexistentialurtheile hervorrufen, so nenne ich das: er hört den Klang analysirt. Wenn er dagegen, wie dies bei Ungeübten in der Regel, bei Geübten immerhin in sehr vielen Fällen geschieht, seine Aufmerksamkeit auf nur eine einzige Tonempfindung richtet und nur diese ein Tonhöhenexistentialurtheil hervorruft, so nenne ich das nach gewöhnlichem Sprachgebrauch: er hört den Klang unanalysirt. Hat er seine Aufmerksamkeit nicht auf alle, sondern nur auf einige der gleichzeitig vorhandenen Tonempfindungen gleichmäfsig vertheilt und rufen nun diese Letzteren allein Tonhöhenexistentialurtheile her-

---

man Meinong zugeben müssen — in Bezug auf „Gröfse" nicht direct verglichen werden, wohl aber in Bezug auf eine Wirkung dieser Gröfse. Das wäre dann eine Art „surrogativer" Vergleichung der Gröfsen.

[1] Vielleicht wäre ein Versuch, hier zahlenmäfsige Bestimmungen zu gewinnen, nicht ohne jeden Erfolg.

vor, so nenne ich das: er hört den Klang theilweise analysirt. Wenn ich übrigens von gleichmäfsig vertheilter Aufmerksamkeit spreche, so meine ich in diesem Falle damit nicht absolute Gleichmäfsigkeit, sondern nur so weit reichende, als zum Zustandekommen von mehr als Einem Tonhöhenexistentialurtheil erforderlich ist.

5. Stumpf stellt in seiner Tonpsychologie (II, § 25) die beiden folgenden Gesetze auf:

a) „In einem ruhenden Zusammenklang scheint das Ganze die Höhe des tiefsten Tones zu haben, auch wenn dieser nicht zugleich der stärkste ist."

b) „Bei aufeinanderfolgenden Zusammenklängen macht das Ganze scheinbar die Bewegung der in den gröfsten Schritten bewegten Stimme mit."

Diese Gesetze läfst Stumpf allerdings zunächst nur bei „analysirten" Klängen gelten. (Ich glaube Stumpf recht verstanden zu haben, wenn ich annehme, dafs er hier als „analysirte" Klänge dasselbe bezeichnet, was ich oben „analysirt gehörte" Klänge genannt habe.) Aber er will sie, wie mir seiner Darstellung nach scheint, wenigstens bei Musikalischen auch auf unanalysirt gehörte Klänge anwenden.

Zunächst scheint es mir zweifelhaft, ob musikalische Personen, wenn sie einen Klang unanalysirt hören (was bei ihnen ja seltener als bei Unmusikalischen, aber doch immerhin oft genug vorkommt), über die Tonhöhe des Klanges ein anderes Urtheil fällen als unmusikalische[1], vorausgesetzt natürlich, dafs die Aufmerksamkeit des Musikalischen nicht durch vorhergehende Klänge nach einer bestimmten Richtung hingelenkt worden ist, vorausgesetzt ferner, dafs der Musikalische nicht etwa jetzt zwar den Klang unanalysirt hört, vorher ihn aber analysirt hat, wobei dann musikalische Gewohnheiten zur Wirkung kommen können.

Wenn Unterschiede in der Beurtheilung dann wirklich noch bestehen sollten, so wird es nothwendig sein, die speciellen Bedingungen hierfür aufzusuchen. Die immerhin vagen Begriffe

---

[1] Stumpf behauptet z. B. (Tonpsychologie II, S. 410 unten), dafs bei „Unmusikalischen" und „Kindern" die Aufmerksamkeit „gewohnheitsmäfsig" durch die „höheren" Töne gefesselt werde. Diese „Gewohnheit" müfste zunächst selbst erklärt werden, bevor durch sie etwas erklärt wird.

„Musikalisch“ und „Unmusikalisch“ wird man, wenn es sich um die Aufstellung von Gesetzen handelt, am besten aus der Tonpsychologie gänzlich verbannen und durch diejenigen Bedingungen ersetzen, die uns im speciellen Fall dazu veranlassen, ein Individuum musikalisch oder unmusikalisch zu nennen.[1]

Aufserdem nun halte ich jene beiden Gesetze überhaupt nicht für solche. Ganz unbegreiflich aber ist mir, wie STUMPF sie als Gesetze für die Beurtheilung analysirter Klänge hinstellen konnte (wobei ich — wie schon erwähnt — annehme, dafs er unter einem „analysirten“ Klange einen „analysirt gehörten“ versteht). Wenn ich einen Klang analysirt (oder auch nur theilweise analysirt) höre, so sehe ich überhaupt nicht die Möglichkeit, von Einer Tonhöhe des Klanges zu sprechen. Darin besteht ja gerade die Analyse, dafs ich mehrere Tonhöhenexistentialurtheile fälle, und das Analysirt-hören, dafs ich mehrere Tonhöhenexistentialurtheile gleichzeitig fälle.

Uebrigens mufs ich hier noch bemerken, dafs ich keineswegs leugne, dafs — wie bei allen Vorgängen in der Natur, so auch hier — vom Unanalysirt-hören zum Analysirt-hören ein stetiger Uebergang stattfindet. Die Grenze müssen wir ziehen. Nach gewöhnlichem Sprachgebrauch können wir von „Analysirt-hören“ (schlechthin oder Theilweise-analysirt-hören) erst dann sprechen, wenn mehr als Ein Tonhöhenexistentialurtheil gleichzeitig da ist. Wer jedoch die Grenze zwischen Analysirt- und Unanalysirt-hören in ein etwas früheres Stadium des seelischen Processes verlegen will (wozu mir STUMPF geneigt zu sein scheint), der mufs ebenfalls angeben, wodurch diese Grenze genau zu bestimmen ist. Ich sehe nur bisher keine Möglichkeit, die Grenze anders, als ich es gethan, festzulegen, ohne in die schlimmsten Widersprüche mit dem sonstigen Sprachgebrauch zu gerathen.

STUMPF also stellt jene Gesetze auf für analysirt gehörte Klänge. Er rechtfertigt dies (II, S. 383 f.) folgendermaafsen: „Seite 64 f. wurde hervorgehoben, dafs gleichzeitige Töne, wenn sie als Mehrheit erkannt werden, uns doch nicht als eine blofse Summe, sondern als ein Ganzes von Tönen erscheinen. Hiermit hängt

[1] Der Unterschied zwischen Musikalischen und Unmusikalischen ist ja nicht grundwesentlich, sondern nur graduell, was freilich nicht ausschliefst, dafs gewisse Individuen zu gewissen (selbst elementaren) musikalischen Leistungen unter speciellen Bedingungen nicht fähig sind, zu denen andere unter gleichen Bedingungen durchaus fähig sind.

es nun zusammen, dafs auch eine Neigung besteht, diesem Ganzen als solchem eine Tonhöhe zuzuschreiben, während doch genau genommen nur von einer Höhe jedes einzelnen einfachen Tones gesprochen werden kann. Wir sagen nicht blos, dafs ein Zusammenklang in der hohen oder tiefen Region liege, in dem Sinne, dafs jeder Theil desselben dieser Region angehört, sondern wir schreiben auch innerhalb dieses durch einen analysirten Zusammenklang umschriebenen engeren Bezirkes demselben als Ganzem in gewissen Fällen die Höhe eines seiner Theile zu." Dies kann ich nun wenigstens bei einem „analysirt gehörten" Klange ebenso wenig als thatsächlich zugeben, als ich die Begründung anzuerkennen vermag. Ich kann in der Behauptung, dafs man einem analysirt gehörten Klange nur Eine Tonhöhe zuschreibe, keinen Sinn erkennen: Das würde dann heifsen, mehrere gleichzeitige Tonhöhenexistentialurtheile fällen und doch nur ein einziges solches Urtheil fällen! Diesen Widerspruch kann ich auch durch Stumpf's Behauptung nicht auflösen, dafs durch Analyse gleichzeitig wahrgenommene Töne nicht als eine blofse Summe, sondern als ein Ganzes erscheinen. Alles Gleichzeitige erscheint uns eben dadurch, dafs es gleichzeitig ist, und im Gegensatz zum Vor- und Nachzeitigen, als in bestimmter Weise verknüpft (was man so nennen kann: es erscheine als ein Ganzes), aber deshalb nicht als eine Einheit, was ja überdies unserer Voraussetzung widersprechen würde, dafs es uns infolge unserer Analyse als Mehrheit erscheint. Eine Mehrheit (von Tonhöhen), die ich direct, auf Grund mehrerer gleichzeitiger Existentialurtheile über ihre Theile, als eine Mehrheit beurtheile, kann ich wohl gleichzeitig — in gewissem Sinne — für „einheitlich", aber nicht für eine Einheit (in Bezug auf Tonhöhe) erklären.

Was Stumpf an einzelnen Beispielen auf Seite 384f. anführt, beweist weiter nichts, als dafs in diesen Fällen der tiefere Ton die Aufmerksamkeit zwar keineswegs ausschliefslich, aber doch ein wenig mehr auf sich zog als der höhere, so dafs zwar zwei Tonhöhenexistentialurtheile gefällt wurden, aber die Wegnahme des tieferen Tons sich doch auffälliger bemerkbar machte. Weiteres kann man wohl nicht aus diesen Beispielen herauslesen.

Was nun die Frage anlangt, warum in diesen Fällen der tiefere Ton die Aufmerksamkeit in höherem Grade auf sich zog, so halte ich es nicht für unwahrscheinlich, dafs hier ein Gesetz

besteht der Art, dafs bei Gleichheit sonstiger Bedingungen (z. B. Stärke) der tiefere von zwei gleichzeitig empfundenen Tönen die Aufmerksamkeit vorzugsweise auf sich lenkt. Nun kann z. B. die Bedingung der Stärke mit der Bedingung der relativen Höhe in Wettstreit treten. Bei einem Individuum von geringer musikalischer Uebung scheint nach meinen Erfahrungen in einem solchen Falle das Ueberwiegen der Stärke von gröfserer Bedeutung für die Aufmerksamkeit zu sein als die relative Höhe. Bei einem musikalischen Beobachter freilich mögen — wenn er den Klang, wie wir vorausgesetzt haben, bereits analysirt hat und nun analysirt hört — musikalische Gewohnheiten auch dann noch die Aufmerksamkeit auf den tieferen Ton in etwas höherem Grade lenken, wenn dieser selbst schwächer als der höhere ist.

S. 387 sagt Stumpf: „Dafs der Eindruck“ (einer gröfseren Veränderung beim Fortnehmen des tieferen als des höheren von zwei Intervalltönen) „bei geringerer Verschmelzung“ (d. h. Consonanz) „der beiden Töne ein geringerer ist, liegt offenbar daran, dafs, wenn die Töne ein weniger eng verknüpftes Ganzes bilden, auch der Eindruck einer selbständigen Tonhöhe des Ganzen weniger aufkommen kann.“ Diese Erklärung auf Grund des Stumpf'schen Verschmelzungsbegriffs will mir deshalb nicht zusagen, weil ich mir unter Letzterem nichts vorstellen kann, wenn ich darunter ein Ganzes verstehen soll, das gleichzeitig und in demselben Sinne (Tonhöhe) eine Einheit und eine Mehrheit ist. Ich glaube, dafs man jene Beobachtung folgendermafsen erklären mufs: Der tiefere von zwei Octaventönen zieht deshalb die Aufmerksamkeit verhältnifsmäfsig stärker auf sich als der tiefere von zwei Tönen eines anderen Intervalls, weil der Beobachter in Folge des im ersten Falle sofort auftretenden Urtheils, das ich oben sprachlich ausgedrückt habe „dieselbe Note“, gar nicht nöthig zu haben glaubt, dem zweiten Ton besondere Aufmerksamkeit zu schenken; er begnügt sich in solchem Falle mit Einem Repräsentanten der Gattung. Wenn jedoch jenes Urtheil ausbleibt, so hat er weniger Veranlassung, die geforderte — ihn anstrengende — gleichmäfsige Verteilung der Aufmerksamkeit auf beide Töne („Unterscheidung“, wie Stumpf sagt) zu einer ungleichmäfsigen werden zu lassen. Diese Erklärung scheint mir deshalb durchaus befriedigend, weil ich selbst bei willkürlich gleichmäfsig vertheilter Aufmerksamkeit keine Spur von der Beobachtung Stumpf's (eines

derartigen Unterschiedes zwischen Octave und anderen Intervallen) gefunden habe.

Ebenso wenig, wie ich bei analysirt gehörten Klängen das erste Gesetz STUMPF's anerkennen kann, ebenso wenig das zweite (abgesehen davon, daſs ich auch bei unanalysirt gehörten Klängen statt „der in den gröſsten Schritten bewegten Stimme“ sagen würde „der am schnellsten bewegten“). Speciell seine Beobachtung an BEETHOVEN's 5. Symphonie kann ich nicht bestätigen. STUMPF sagt S. 394: „In BEETHOVEN's 5. Symphonie giebt beim Wiedereintritt des Themas (Partitur PETERS S. 10) das gesammte Orchester mit Ausnahme der 1. Flöte, 1. Oboe, der Trompeten und der Pauke das bekannte Terz-Motiv (*g—es*), die eben genannten Instrumente aber geben nur das *g* in entsprechend verschiedenen Octaven. Dem musikalischen Ohr entgeht dies nicht. Gleichwohl scheint das Ganze der Klangmasse als solches in der Terz herunterzustürzen.“ Ich habe nun gerade diese Stelle oftmals selber beobachtet und habe manchmal den Eindruck gehabt, als wenn der ganze Klang herunterstürze, manchmal aber auch nicht und zwar dann nicht, wenn ich den in Betracht kommenden Klang so weit analysirt hörte, daſs ich ein *g* und ein *es* gleichzeitig bemerkte. Wenn ich zwei Töne gleichzeitig bemerke, so kann eben von Einer Tonhöhe des Ganzen nicht die Rede sein, da ein Ganzes, insofern man darunter eine Einheit versteht, dann gar nicht existirt. Wenn ich mir jedoch gar keine Mühe gab, zu analysiren, so hatte ich vollkommen den Eindruck, daſs das Ganze in die Tiefe stürze. Im ersten Falle, beim Analysirt-hören, ist die Aufmerksamkeit gleichmäſsig oder doch ziemlich gleichmäſsig[1] auf ein *g* und ein *es* vertheilt, im letzteren Falle zieht das *es* allein die Aufmerksamkeit auf sich,

[1] Es kann natürlich auch vorkommen (und ist mir selbst manchmal so gegangen), daſs die Aufmerksamkeit in unserem Beispiele vorzugsweise auf das *es*, aber doch auch auf das *g* gerade noch hinreichend stark gerichtet ist, daſs auch letztere Tonempfindung noch ein Existentialurtheil hervorruft. In einem solchen Falle werden wir dann zwar zwei Tonhöhen als existirend beurtheilen, diejenige aber, die mit gröſserer Aufmerksamkeit gehört wird (hier das *es*), wird von uns als zur Hauptmelodie gehörig beurtheilt werden. Insofern man nun die Hauptmelodie als Vertreter (weil sie das Wichtigste ist) eines musikalischen Vorganges ansehen will, — aber auch nur in diesem Sinne — würde ich es mir gefallen lassen, wenn man (trotzdem man analysirt hört) sagt, das „Ganze“ stürze herunter, nicht aber im Sinne von STUMPF's Verschmelzungslehre.

aus dem einfachen Grunde, weil es eine neu eintretende Empfindung ist.

Stumpf macht übrigens selber einen Ansatz dazu, anzuerkennen, dafs es hier einen Unterschied macht, ob man analysirt hört oder nicht, indem er auf Seite 395 sagt: „Auch tritt jener Schein beim öfteren Hören und bei der Kenntnifs der Partitur immer mehr zurück, ohne doch ganz zu verschwinden." Oefteres Hören erleichtert eben, wie jeder aus Erfahrung weifs, die Vertheilung der Aufmerksamkeit auf mehrere gleichzeitige Tonempfindungen; und dasselbe leistet Kenntnifs der Partitur. Wenn ich vorher weifs, was für Töne zur Empfindung kommen werden, so kann ich mich natürlich leicht darauf vorbereiten, den Klang analysirt zu hören. Dafs Stumpf trotzdem alle diese Erörterungen als solche über analysirte Klänge bringt, dazu dürfte ihn wohl nur seine eigenartige Definition der Klanganalyse gezwungen haben, wonach Analyse nicht etwa das Heraushören mehrerer Töne ist, sondern das Urtheil (auch ohne Heraushören) darüber, dafs mehrere Töne vorliegen.[1]

6. Bei unanalysirt gehörten Klängen wendet Stumpf seine beiden Gesetze nur mit allerlei Einschränkungen an, während mir Gesetze über Höhenbeurtheilung von zusammengesetzten Klängen als solchen überhaupt nur bei unanalysirt gehörten Klängen sinnvoll erscheinen. Einige Bedingungen (objective und subjective) für die Hinlenkung der Aufmerksamkeit (bei unanalysirt gehörten Klängen natürlich auf nur Eine Tonempfindung mit besonderer Stärke) habe ich bereits erwähnt (S. 18 f.). Ich will nun noch an einigen Beispielen einige Einzelheiten der Aufmerksamkeitsvertheilung und ihre Wirkung besprechen.

Beim Hören eines durch ein gewöhnliches Musikinstrument hervorgebrachten sogenannten „Tones" (Einzelklanges) wird (auch von Musikalischen) im Allgemeinen zunächst nur die tiefste zur Empfindung gelangende Tonhöhe bemerkt. Dies ist gar nicht wunderbar, wenn wir bedenken, dafs sie nicht nur den Vortheil der gröfsten relativen Tiefe, sondern auch den einer gewöhnlich aufserordentlich überwiegenden Tonstärke besitzt; sie nimmt somit die Aufmerksamkeit im Vergleich zu den übrigen Theiltönen fast allein für sich in Anspruch.[2]

---

[1] Siehe *diese Zeitschrift* Bd. 18, S. 282.

[2] Stumpf freilich erklärt es (II, S. 313 f.) ausdrücklich für „unrichtig, zu sagen, dafs beim Hören eines unanalysirten Einzelklanges die Aufmerksam-

Nun scheint mir ein gewisses Gesetz darin zu bestehen, dafs die Aufmerksamkeit, wenn sie einer Empfindung einmal zugewandt ist, mit einiger Festigkeit dabei verharrt und dem — ganz oder theilweise — Uebergehen auf andere Empfindungen Widerstand entgegensetzt. Ist nun bei dem Beobachter der Wille vorhanden, die Aufmerksamkeit noch anderen Empfindungen zuzuwenden, so wird jener Widerstand überwunden, und zwar um so leichter [1], je mehr Uebung und specielle Begabung der Beobachter besitzt. Wenn jedoch eine solche willkürliche Hinwendung der Aufmerksamkeit auf eine andere Empfindung unterbleibt, so scheint nach Ablauf einer gewissen, verhältnifsmäfsig sehr langen Zeit die Aufmerksamkeit sich von selbst sozusagen auf die Wanderung zu begeben. Wenn man einen Beobachter einen unveränderlichen Klang — einen Einzelklang eines Instruments oder einen auf andere Weise zusammengesetzten Klang (Accord) — lange Zeit hindurch hören läfst und ihn zu weiter nichts auffordert, als seinen Gehörsempfindungen überhaupt seine Aufmerksamkeit dauernd zuzuwenden, so führt er häufig eine wirkliche Analyse des Klanges aus, wenn sie auch gewöhnlich unvollkommen bleibt. Die Zeit, die zu einer solchen unwillkürlichen Analyse verbraucht wird, ist natürlich sehr verschieden je nach angeborener Begabung und bereits vorhandener Uebung des Beobachters im Aufmerken auf Gehörsempfindungen.

Wir können uns die Frage vorlegen, was geschehen wird, wenn wir einen Beobachter zwei gleich starke Töne nur eine ganz kurze Zeit hören und ihn darüber urtheilen lassen, welches Intervall die Töne bildeten. Für einen Beobachter, der die musikalischen Intervalle richtig zu benennen weifs, kommt es dann nur darauf an, die beiden erforderlichen Tonhöhenexistentialurtheile zu fällen. Wenn nun beide Töne gleich stark sind, so

keit vorzugsweise dem Grundtone zugewandt sei. Sie ist dem Klang ausschliefslich als Ganzem zugewandt; dem Grundton dagegen weder ausschliefslich noch vorzugsweise." Diese Stellungnahme ist durch Stumpf's Theorie der Aufmerksamkeit bedingt.

[1] Wenn ich hier von „Leichtigkeit" und „Schwierigkeit" spreche, so will ich damit weiter nichts ausdrücken, als dafs unter gewissen Bedingungen ein gewisser seelischer Vorgang mit gröfserer oder geringerer „Geschwindigkeit" abläuft, als unter anderen Bedingungen. Stumpf hat leider im zweiten Band der Tonpsychologie, wo er von Leichtigkeit und Schwierigkeit der Klanganalyse spricht, diese Begriffe nicht genau definirt.

könnte man annehmen, dafs die Aufmerksamkeit sich sofort gleichmäfsig auf die beiden Töne vertheilt. Dies scheint mir aber — selbst bei geübten Personen —, wenn die Höhe der Töne vorher nicht bekannt ist, selten zu geschehen. Es ist sehr wahrscheinlich, dafs auch bei gleicher Tonstärke doch die subjectiven Bedingungen der Aufmerksamkeit selten für beide Töne gleich günstig sind, und dafs daher in der Regel die Aufmerksamkeit zuerst auf Einen der beiden Töne gelenkt wird.

Bei den Versuchsreihen, die ich mit Analysen letzterer Art gemacht habe, hat sich das merkwürdige Ergebnifs gezeigt, dafs die Analyse — das Fällen der beiden Existentialurtheile — bei gleicher Zeitdauer des Klanges bei den consonanteren Intervallen mit bei weitem gröfserer Sicherheit ausgeführt wird als bei den weniger consonanten. Daraus folgt, dafs zu gleicher Bestimmtheit der Urtheile bei den dissonanteren Intervallen eine längere Dauer des Klanges erforderlich ist. Hieraus wiederum schliefse ich, dafs das Uebergehen der Aufmerksamkeit von einer Tonempfindung zu einer Anderen l e i c h t e r ist, wenn die beiden Töne ein c o n s o n a n t e s Intervall bilden. Dies ist auch nach den obigen Ausführungen über die Verwandtschaft der Töne ganz erklärlich.

Weniger geübte Personen brauchen zu einer gleichen Analyse beträchtlich mehr Zeit, als ich sie damals als Klangdauer angewandt habe. Der Durchschnitts-Unmusikalische braucht dazu nach meinen Erfahrungen in der Regel weit mehr als zwei bis drei Secunden. Ich bin daher — abgesehen von sonstigen Gründen — überzeugt, dafs die Versuchspersonen in den Versuchsreihen mit Unmusikalischen von Stumpf [1] und Faist [2] nur ausnahmsweise wirklich analysirt haben. Uebrigens habe ich in meiner Abhandlung über Tonverschmelzung u. s. w. [3] es als selbstverständlich bezeichnet, dafs die Versuchspersonen in allen Fällen, wo eine wirkliche, wenn auch nur unvollkommene Analyse stattfand, auch ein Mehrheitsurtheil abgegeben hätten. Ich glaube, dafs es bei den Unmusikalischen doch wohl nicht so selbstverständlich ist, dafs sie beim Heraushören von zwei Tönen stets ein Mehrheitsurtheil abgeben. Wenn die beiden heraus-

[1] Tonpsychologie II, § 19.

[2] *Diese Zeitschrift* Bd. 15, S. 102.

[3] *Diese Zeitschrift* Bd. 17, S. 415.

gehörten Töne eines der consonanteren Intervalle bilden, so werden die Unmusikalischen oft jenes eigenthümliche Urtheil fällen, das ich ausgedrückt habe: „es ist dieselbe Note", das sie selbst aber ausdrücken: „es ist derselbe Ton".

Man mufs hier bedenken, dafs die Unmusikalischen, so oft sie überhaupt analysirten, sicherlich die Methode des successiven Heraushörens[1] angewandt haben, da diese die leichteste ist. Wenn dann an das zweite Tonhöhenexistentialurtheil sich sogleich das Urtheil der partiellen Gleichheit anschliefst, das die Unmusikalischen ausdrücken: „es ist derselbe Ton", so liegt doch die Gefahr sehr nahe, dafs der Beobachter — namentlich bei Octaven — auch oft ein Einheitsurtheil abgiebt, obwohl er zwei verschiedene Tonhöhenexistentialurtheile gefällt hat. Auf die Möglichkeit dieser Begriffsverwechselung scheint aber weder Stumpf noch Faist seine Beobachter aufmerksam gemacht zu haben.

7. Ich mufste oben Stumpf's Begriff der Tonverschmelzung ablehnen, weil dieser mir zu verlangen scheint, dafs eine Mehrheit in demselben Sinne, in dem sie eine Mehrheit ist, zugleich eine Einheit sei. Nicht weniger ablehnend mufs ich mich verhalten gegen einen anderen Begriff der Tonverschmelzung, den ich hier in der Form zur Darstellung bringen will, die Lipps ihm gegeben hat.[2] Lipps schreibt: „Zwei Töne verschmelzen zu einem Klange, damit will ich sagen, statt dafs ich mir zweier an Höhe, vielleicht auch an Stärke verschiedener Töne bewufst bin, findet sich in meinem Bewufstsein nur die eine, jede solche Verschiedenheit ausschliefsende Tonqualität, die ich als Klang bezeichne." Er erläutert diesen Vorgang näher als einen dem analogen, wenn zwei Metalle in flüssigem Zustande mit einander verschmelzen. Ich kann jedoch gar nichts Analoges hierin erblicken. Zwei Töne, die ich gleichzeitig höre, „verschmelzen" ebenso wenig mit einander, wie zwei durch verschiedene Netzhauttheile vermittelte Gesichtsempfindungen „verschmelzen". So wenig die benachbarten farbigen Bänder des Spectrums, von dem ich einen Punkt fixire, zu einer Mischfarbe verschmelzen, so wenig mehrere gleichzeitige Tonempfindungen zu einem Mischton. Wenn ich gleichzeitig *c* und *e* unanalysirt höre, so müfste ich,

[1] *Diese Zeitschrift* Bd. 18, S. 281, unter b.

[2] *Philosoph. Monatshefte* Bd. 28, S. 560.

falls die von Lipps beschriebene Verschmelzung existirte, einen Klang von mittlerer Höhe hören. Dies ist aber nicht der Fall; solch ein Zusammenfliefsen von Tönen giebt es gar nicht. Sondern, wenn ich jenen Zweiklang analysirt höre, so fälle ich gleichzeitig zwei Tonhöhenexistentialurtheile, und wenn ich ihn unanalysirt höre, nur Eines. Das ist der ganze Unterschied. Ob ich nun in letzterem Falle die Tonempfindung *c* oder *e* als existirend beurtheile, das hängt davon ab, für welchen der beiden Töne die Aufmerksamkeitsbedingungen gerade günstiger sind. Es besteht hier zwischen Gesichts- und Gehörsempfindungen kein principieller Unterschied. Wir bemerken auch nicht alle unsere gleichzeitigen Gesichtsempfindungen; d. h. nicht jede Gesichtsempfindung ruft ein Existentialurtheil hervor. Der wesentlichste Unterschied zwischen Gesichts- und Gehörsempfindungen beruht darauf, dafs unser Gesichtsfeld selten durch verhältnifsmäfsig wenige farbige Flecke, die sich mit gleich vielen Empfindungen der Tonreihe vergleichen liefsen, ausgefüllt ist, sondern vielmehr durch eine überaus bunte Mannigfaltigkeit, die wir erfahrungsmäfsig zu Gruppen zusammenfassen, d. h. die in Gruppen zur psychischen Wirkung gelangt. Dafs eine so viel gröfsere Zahl solcher Gruppen gleichzeitige Existentialurtheile hervorrufen kann, als dies bei Tönen möglich ist, und dafs es auf dem Gebiete des Sehens kaum Menschen giebt, die den Unmusikalischen auf dem Gebiete des Hörens in Bezug auf Unfähigkeit, ihre Aufmerksamkeit zu vertheilen, gleichgestellt werden könnten, beruht auf einer entwickelungsgeschichtlichen Nothwendigkeit, die ich schon früher[1] betont habe.

Musikalische haben oft über das Musikhören von Seiten Unmusikalischer recht seltsame Ansichten. Der Unterschied zwischen dem beiderseitigen Musikhören ist jedoch gar nicht so sehr grofs, als man häufig annimmt. Jedenfalls findet ein derartiges Zusammenfliefsen der Töne, wie es Lipps beschreibt, auch bei Unmusikalischen nicht statt. Wenn ein Unmusikalischer — oder besser ausgedrückt: ein im Vertheilen der Aufmerksamkeit auf mehrere gleichzeitige Tonempfindungen Ungeübter — Musik hört, so fesselt gewöhnlich[2] diejenige Stimme seine Aufmerksam-

[1] *Diese Zeitschrift* Bd. 17, S. 414, Anm. 3.

[2] Vorausgesetzt, dafs die Aufmerksamkeit nicht so sehr durch andere Umstände abgelenkt ist, dafs gar kein Tonhöhenexistentialurtheil hervorgerufen wird, die betreffende Person also die Klänge überhört.

keit, die am bewegtesten ist (nicht, wie man nach STUMPF's zweitem Gesetz annehmen könnte, die die gröſsten Schritte macht).[1] Dies pflegt im Allgemeinen die melodieführende Stimme zu sein, die ja gewöhnlich auch durch die gröſste Intensität ausgezeichnet ist. Doch fesselt auch dann die melodieführende Stimme die Aufmerksamkeit des Beobachters, wenn eine schneller bewegte Stimme zwar vorhanden ist, aber in viel geringerer Intensität. Wird jedoch eine Melodie durch einen figurirten Baſs begleitet, so zieht dieser, weil er noch die günstige Bedingung der relativen Tiefe für sich hat, gewöhnlich stark die Aufmerksamkeit an sich. Der im Vertheilen der Aufmerksamkeit auf zwei oder mehr gleichzeitige Tonempfindungen geübte Beobachter hört in solchem Falle mit Leichtigkeit, ohne sich besonders anstrengen zu müssen, zwei Stimmen neben einander heraus. Der ungeübte Beobachter, für den das gleichzeitige Bemerken von zwei Tönen[2] ein ganz seltener Ausnahmefall ist, geräth jedoch gewöhnlich in diesem Falle entweder dauernd in die tiefere oder noch häufiger bald in die tiefere, bald in die höhere Stimme und kommt dann gar nicht zur Erkennung der Hauptmelodie. Dies scheint mir der Grund zu sein, warum wenig Geübte (Unmusikalische) — wie ich oft festgestellt habe — durch eine solche Musik sehr wenig befriedigt werden, bei der die Hauptmelodie, in deren Wahrnehmung sich das musikalische Interesse des Ungeübten[3] concentrirt, durch einen figurirten Baſs begleitet wird.

Wenn nun ein musikalisch wenig Geübter beim Hören vielstimmiger Musik eine Melodie heraus hört, indem allein die Töne

[1] Daſs die im schnellsten Tempo bewegte Stimme die Aufmerksamkei an sich zieht, ist nach den früheren Erörterungen leicht einzusehen; neu auftretende Empfindungen haben ja vor ruhenden in Bezug auf die Richtung der Aufmerksamkeit einen besonderen Vorzug. Wenn aber die Aufmerksamkeit erst einmal bei einer Stimme ist, so kann sie nicht leicht auf eine andere übergehen, weil die Töne der ersteren Stimme in Folge ihrer melodischen Verknüpfung (diese vorausgesetzt!) stets in gewisser Weise für die Aufmerksamkeit vorbereitet sind. Dies gilt natürlich umsomehr, wenn die betreffende Melodie dem Hörer bereits bekannt ist.

[2] D. h. Analysirt-hören, was nicht dasselbe ist, wie Analysiren; wer Letzteres kann, braucht Ersteres deshalb noch nicht zu können.

[3] Die Uebung im musikalischen Hören besteht vor Allem darin, daſs die Aufmerksamkeit sich nicht mehr so leicht auf eine einzige der gleichzeitigen Tonempfindungen concentrirt, was beim Ungeübten die Regel ist.

dieser Melodie mit genügender Aufmerksamkeit gehört werden, um Tonhöhenexistentialurtheile hervorzurufen: in welcher Weise hört er dann die übrigen — höheren und tieferen — Töne? Er hört sie in derselben Weise wie die Obertöne des Klanges eines einzigen Instruments. Diese Tonempfindungen rufen keine Tonhöhenexistentialurtheile hervor, sondern nur ein Klangfarbenurtheil (worin ich hier auch die Urtheile über gröfsere oder geringere Consonanz der Klänge einschliefse).[1] Nicht nur durch solche Töne kann ein Klangfarbenurtheil hervorgerufen werden, die höher sind als der Ton, der ein Tonhöhenexistentialurtheil hervorruft, sondern auch durch solche, die tiefer sind. Die beständige Veränderung der Klangfarbe (mit Einschlufs der Consonanz) ist es, wodurch vielstimmige Musik für den wenig musikalisch Geübten sich vor einer einfachen Melodie vortheilhaft auszeichnet. Aber die Harmonisirung mufs so einfach sein, dafs sie den ungeübten Hörer nicht am Heraushören der Melodie hindert. Sonst hat sie den entgegengesetzten Erfolg und macht ihm die Musik nicht nur nicht angenehmer, sondern überhaupt ungeniefsbar.

Aber auch im musikalischen Hören geübte Personen dürften selten darüber hinauskommen, mehr als dreistimmige Musik vollkommen analysirt zu hören. Sie werden solche Musik im Allgemeinen theilweise analysirt hören und manchmal auch unanalysirt; denn das Analysirt-hören ist (auch wenn nur theilweise analysirt gehört wird) so anstrengend, dafs es kaum Jemand stundenlang ohne Unterbrechung fortsetzen kann. Aber musikalisch Geübte können auch sehr viel über die Zusammensetzung der Klänge aus der blofsen Klangfarbe auf Grund ihrer Erfahrung erschliefsen. Mancher glaubt Manches in Bezug auf die Zusammensetzung eines Klanges herausgehört zu haben blos deshalb, weil er es (indirect) richtig als vorhanden beurtheilt.

Die Qualitätsurtheile über zusammengesetzte Klänge sind natürlich von sehr grofser Bedeutung für die Gefühlswirkung der Klänge. Leider ist jedoch auf diesem Gebiete im Einzelnen noch recht wenig mit Sicherheit festgestellt.

---

[1] Den Ausführungen Stumpf's über die Bedingtheit der Klangfarbe im engeren Sinne durch die „Tonfarbe" stimme ich gegenüber den Angriffen von H. Cornelius durchaus zu. Was in der That Farbe der Theiltöne ist, beurtheilen wir als zugehörig zu der Einen von uns als existirend beurtheilten Tonhöhe.

8. Bei Intensitätsurtheilen über zusammengesetzte Klänge und ihre Theile ist die Frage von grofser Bedeutung, ob Empfindungen durch Aufmerksamkeit verstärkt werden können, wie es STUMPF (II, S. 314), wenn auch mit gewissen Einschränkungen, behauptet. Ich mufs mich hier den Bemerkungen durchaus anschliefsen, mit denen LIPPS in der oben erwähnten Besprechung sich dagegen wendet, dafs eine Verstärkung durch Aufmerksamkeit von STUMPF nachgewiesen sei. Von einer Verstärkung durch Aufmerksamkeit könnte nur dann die Rede sein, wenn man einen Ton deutlich anschwellen hörte. Dafs man ihn später als existirend beurtheilt und früher nicht, beweist keine Verstärkung der Empfindung.

STUMPF macht auf S. 316 noch die specielle Bemerkung, die Verstärkung könne nicht auf beiden Ohren zugleich erfolgen. Was er aber mit dieser Behauptung erklären will, dafs man nämlich beim Heraushören von Beitönen die Aufmerksamkeit häufig mit Vortheil Einem Ohre allein zuwende, dafür scheint mir eine andere Erklärung viel näher liegend. Man hört überhaupt fast nie (im begrenzten Raum) irgend einen Ton auf beiden Ohren gleich stark. Wenn man nun die Aufmerksamkeit demjenigen Ohre zuwendet, auf dem man den betreffenden Beiton stärker hört, so hört man ihn natürlich leichter heraus, als wenn man die Aufmerksamkeit auf das andere Ohr richtet. Dafs es beim Heraushören von Beitönen stets Erleichterung gewährt, wenn man die Aufmerksamkeit auf ein beliebiges, aber nur ein einziges Ohr richtet, kann ich aus meiner Erfahrung nicht bestätigen.

Eine bemerkenswerte Thatsache scheint darin zu bestehen, dafs es bei consonanteren Intervallen schwerer ist, die Stärke gleichzeitiger Töne gegen einander abzuschätzen, als bei weniger consonanten. Man wird sich hier vorläufig wohl damit begnügen müssen, dafs man annimmt, bei consonanteren Intervallen werde das Stärkeurtheil nicht nur durch den zu beurtheilenden, sondern auch durch den anderen Ton beeinflufst.[1] Weiter gehende Erklärungen scheinen mir bedenklich, so lange diese Thatsache nicht genauer untersucht ist.

STUMPF ist geneigt, Versuche, die ich nunmehr selber beschrieben habe[2], durch Hinweis auf die eben erwähnte Urtheilsschwierig-

[1] *Diese Zeitschrift* Bd. 18, S. 289 f.
[2] *Diese Zeitschrift* Bd. 17, S. 406 f.

keit zu erklären, indem er angiebt[1], der Beobachter sei durch eine gewisse „Fülle“ des Eindrucks dazu bestimmt worden, das Urtheil „1 Ton“ oder „2 Töne“ abzugeben. Ich benutze diese Gelegenheit, um zu bemerken, dafs hier unter „Fülle“ überhaupt nicht Intensität zu verstehen war. Der Beobachter (Giering) hat das Wort „Fülle“ in seiner Aussage überhaupt nicht gebraucht, sondern nur das Wort „Harmonisch“. Ich glaubte damals das möglicherweise mifsverständliche Wort „Harmonisch“ durch das Wort „Fülle“ interpretiren zu dürfen, womit ich natürlich nicht Intensität meinte, sondern Fülle in ähnlichem Sinne, wie ein kleineres Gemälde den Eindruck gröfserer Fülle erwecken kann als ein gröfseres. Leider konnte ich den Abdruck dieses aus einer kurzen mündlichen Besprechung herstammenden Mifsverständnisses nicht verhindern, da mir die betreffenden Sätze Stumpf's an jener Stelle erst nach erfolgter Publication zu Gesicht kamen.

Dafs wir Klänge ihrer Stärke nach mit einander vergleichen können, auch wenn wir sie analysirt hören, wird Niemand leugnen. Kann man doch auch von zwei Malern sagen, X male besser als Y, selbst wenn einige Gemälde von Y besser sind als einige von X. Ebenso wenig jedoch, wie meine Werthschätzung der gesammten künstlerischen Thätigkeit des Malers X durch neu mir bekannt werdende Gemälde dieses Meisters unbeeinflufst bleibt, ebenso wenig dürfte mein Intensitätsurtheil durch neu hinzukommende Töne unbeeinflufst bleiben.[2] Ich kann daher das Gesetz Stumpf's: „Das Hinzukommen anderer, selbst einer grofsen Zahl anderer Töne bedingt keine Verstärkung des Empfindungsganzen“ als ein psychologisches Gesetz bis jetzt nicht anerkennen. Der Claviervérsuch, mit dem Stumpf es begründet, giebt viel zu gewichtigen Einwänden Raum, als dafs er überzeugend wirken könnte. Bei dem Mangel exacter Beobachtungen auf diesem Gebiete kommt man hier leider über Vermuthungen noch nicht hinaus.

[1] *Beiträge zur Akustik und Musikwissenschaft,* 1. Heft, S. 39 f.

[2] Von der physiologisch bedingten Aenderung der Empfindungsstärke der einzelnen einfachen Töne durch das Hinzutreten anderer ist hier abzusehen, da es sich ja um die Beurtheilung der ganzen (analysirt gehörten) Summe handelt, wobei die physikalisch-physiologischen Verhältnisse so hergestellt zu denken sind, dafs die Empfindungsstärke der bereits vorhandenen Töne durch das Hinzutreten neuer stets unverändert gelassen wird.

(*Eingegangen am 20. November 1898.*)

Literaturbericht.

J. von Kries. **Ueber die materiellen Grundlagen der Bewufstseinserscheinungen.** *Programm zur Feier des Geburtsfestes s. Kön. Hoh. des Grofsherzogs Friedrich.* Freiburg i. B., 1898. 71 S.

Nach der Besprechung der verschiedenen Wege, die zur Auffindung der materiellen Grundlagen von psychischen Vorgängen oder zur Vertiefung der Erkenntnifs von Gehirnfunctionen eingeschlagen worden sind, und der gegen die Erfolge derselben gerichteten Bedenken sagt Verf. zum Schlusse der vorliegenden Rectoratsrede:

„Nur das wäre zu beklagen, wenn die Bemühungen der Forscher von diesen Problemen überhaupt abgelenkt würden, sei es durch die optimistische Auffassung, dafs hier nichts mehr zu suchen sei, sei es durch die pessimistische, dafs hier vorderhand nichts gefunden werden könne." Schon von diesem Gesichtspunkte aus, den jeder für die seelischen Erscheinungen sich interessirende Naturforscher als berechtigt anerkennen wird, ist die scharfsinnige Rede auf das Freudigste zu begrüfsen. Regt sie doch mannigfaltig zum erneuten Nachdenken über die unserer Psyche zunächst liegenden Probleme der Physiologie an, indem sie Kritik übt und neue Gedanken in das Gewoge der Meinungen wirft. Da wir uns grofsentheils im Bereiche von Hypothesen bewegen und nicht so sehr Erklärungen, als Möglichkeiten von Erklärungen zu finden trachten, so wird die Kritik auf das Mildeste geübt, und die eigenen Anschauungen mit gröfster Zurückhaltung dargelegt.

Indem Verf. die aus der Anatomie und Physiologie des Nervensystemes gewonnenen Lehren als Erklärungsprincipe für die psychischen Erscheinungen bespricht, findet er in gewissen physiologischen Thatsachen die Correlate zu psychischen (Erregung oder Thätigkeit im Gegensatze zur Ruhe; Leitung) und untersucht eingehender das „Leitungsprincip oder die Leitungslehre", die in neuerer Zeit bei der Erklärung psychischer Erscheinungen eine hervorragende Rolle spielt. Sie scheint gut mit den Phänomenen der Association zu stimmen, und ihre Ergänzung oder Erweiterung durch die Lehre von der Hemmung und Bahnung, somit von der physiologischen „Veränderlichkeit der Zusammenhänge" im Centralnervensysteme reichen Aufschlufs zu versprechen. Ist doch die Veränderlichkeit für das psychische Geschehen ganz besonders charakteristisch.

Wenn sich aber auch in der angedeuteten Richtung manche Hoffnungen eines Verständnisses eröffnet haben, so erscheint es doch sehr

fraglich, ob die Principien dieser Art ausreichen, die Erklärbarkeit der psychischen Vorgänge möglich erscheinen zu lassen. Die Schwierigkeiten, die sich hier entgegenstellen, systematisch zu erörtern, würde in dem Rahmen des Vortrages nicht möglich sein, weshalb Verf. es vorzieht, die Frage nur an einer Anzahl herausgegriffener Probleme zu prüfen. Schon bei dem erwähnten, anscheinend günstigen Fall, der Association, stofse man auf Schwierigkeiten. Wenn der Name eines gesehenen Objectes erlernt werden soll, so geschieht es in der Regel, indem beide Sinneseindrücke näherungsweise gleichzeitig wirken. Der erste (akustische) Eindruck gelangt in den Schläfelappen, der zweite (optische) in den Occipitallappen. — „Wo ist denn nun jene „„Bahn"", auf deren zunehmender Wegsamkeit die Ausbildung unserer associativen Verknüpfung beruhen soll? Kein Zweifel: das Princip erläutert wohl die Verstärkung und Befestigung einer bereits bestehenden Verknüpfung; ist es erst so weit, dafs bei dem optischen Eindruck der Name uns e i n f ä l l t (wenn auch vielleicht noch schwierig und unsicher), so ist die Grundlage gegeben, auf der sich unser Princip bedeutungsvoll erweist. Aber für den eigentlichen Anfang, wo jeder der zu associirenden Sinneseindrücke durch s e i n e Pforte ins Gehirn eindringt, ist es unzulänglich." Der Vorgang mache eher den Eindruck, als würden die beiden Erregungen in ein neutrales Terrain eintreten und jeder in demselben gewissen Gesammtzustand veranlassen. Die Coexistenz zweier solcher Gesammtzustände stelle den Zusammenhang beider Eindrücke her.

Hiermit verwandt sind die Verhältnisse bei „den Complexen". Wie soll nach dem Leitungsprincip der Eindruck eines Winkels entstehen, da doch die Linien, die ihn bilden, nur eine Anzahl einzelner Gesichtseindrücke bewirken, oder wie soll der Eindruck einer Rose, eines Pferdes auf diese Weise zu Stande kommen? Auch hier kann es sich nicht um „die Summe einzelner Fortleitungen" handeln. Eine besondere Schwierigkeit aber stellt sich der Leitungstheorie in jenen Associationen entgegen, bei denen die zeitliche Folge maafsgebend ist. Ein Rhythmus, eine Melodie wird dem Gedächtnifs eingeprägt; auch das, was Verf. die „Generalisation" nennt, das Wachrufen ein und desselben Bewufstseinsvorganges durch verschiedenartige Sinneseindrücke erwecke Bedenken gegen das Erklärungsprincip. Eine Rose, ein Pferd erwecke nach der Stellung des Beschauers, nach Beleuchtung etc. verschiedene Sinneseindrücke, und doch solle der centrale Vorgang immer derselbe sein. Es wird dann auf die Wahrnehmung von Formen überhaupt eingegangen, und von der Unzulänglichkeit gehandelt, dieselben durch die „Bewegungsantriebe" für das Muskelsystem zu erklären. Auch Bewegungen selbst, wie die eingeübten geordneten Bewegungssuccessionen bieten Schwierigkeiten, so dafs den Auffassungen Mach's über die Rolle der Muskelgefühle nicht beigepflichtet wird. Das bezieht sich insbesondere auch auf die oben genannten Probleme von der Wahrnehmung von Formen und Richtungen. Von dem Postulat, dafs jedem Psychischen ein Physisches entsprechen müsse, sagt der Verf.: „Mir scheint nun, dafs von allen Axiomen und Principien keines bedenklicher, keines gröfseren Mifsverständnissen ausgesetzt ist, als dieser Satz. Sollte er nichts Anderes sein als eine Umschreibung des sogen. Parallelprincips, so würde er weder

als neu noch als besonders fruchtbar gelten können, und das Gewicht, das auf ihn gelegt wird, nicht verdienen. Wenn er dagegen besagen soll, daſs Allem, was wir psychologisch als etwas Einheitliches herausheben können, jedem Verhältniſs, jeder Form, kurz Allem, was wir als eine Allgemeinvorstellung bezeichnen können, ein bestimmtes Element, ein Bestandtheil des physiologischen Geschehens entsprechen muſs, so kann, glaube ich, diese Formulirung nur als bedenklich und irreführend bezeichnet werden." Es wird diese Anschauung wesentlich begründet durch das Verhalten der Allgemeinvorstellungen, deren selbstständige Natur und Einheitlichkeit hervorgehoben wird, gegenüber der Auffassung, nach welcher sie durch eine Art Abstraction, durch Fortlassung des Verschiedenen aus einer Anzahl von Einzelgebilden und Zusammenfassung des diesen Gemeinsamen entstehen. Nachdem auch noch von der Bildung des Urtheils gehandelt wurde, kommt Verf. zu dem Schlusse, daſs „die Vorgänge des Centralnervensystems sich nur zum Theil in der vom Leitungsprincip angenommenen Weise auffassen und verstehen lassen, zu einem anderen Theil aber, wenn auch vorderhand nur dunkel und andeutungsweise, ganz andere Arten des Geschehens verrathen." Was für Arten des Geschehens das sein könnten, wagt Verf. nur anzudeuten. Es geschieht abermals an der Hand eines Beispieles, und zwar indem nach der möglichen centralen Repräsentanz des optischen Eindruckes eines Pferdes gefragt wird. Sie werde in einem Complex von functionell gleichwerthigen, in e i n e m Rindenfelde gelegenen Zellen zu finden sein. Diese Zellen wären durch vorhergehende Eindrücke beim Anblick eines Pferdes in ihren Eigenschaften modificirt worden, es wäre im Leben eine „Differenzirung" von Zellen erworben, und wenn dieselben durch ihre Fortsätze weitverbreitete Verbindungen besitzen, von denen ihr jeweiliger Thätigkeitszustand abhängig ist, so könnte ihnen „die Function einer verallgemeinernden Aufbewahrung optischer Bilder" zufallen. „In Zellen, die von mehreren verschiedenen Seiten her beeinfluſst werden, würde eine Art Anpassung verschiedener Zustände anzunehmen sein, derart, daſs der eine den anderen bedingt und hervorruft, oder aber auch von der Art, daſs ihre etwa anderweit bedingte Coexistenz sich mit bestimmten Qualificationen begleitet, durch die sie als eine gewohnte oder ungewohnte, geltende oder widersprechende, empfunden würde." Es wird somit ein Theil der Functionen, welche die Leitungstheorie als intercellulär auffaſst, in das Innere der Zellen verlegt. Verf. macht schlieſslich selbst auf gewisse Bedenken aufmerksam, welche auch gegen diese intracelluläre Deutung erhoben werden können, indem er die Consequenzen derselben nach verschiedener Richtung verfolgt.

Es ist unmöglich die besprochenen zum Theil sehr verwickelten Probleme in einem Referate mit genügender Klarheit darzulegen. Ref. muſste sich begnügen die Art derselben und die Richtung ihrer Behandlung anzudeuten. SIGM. EXNER (Wien).

HÖVKER. **Die graphische Darstellung als Mittel der Erziehung zum musikalischen Hören.** *Sechzehnter Jahresbericht über das Herzoglich Anhaltische Landesseminar zu Cöthen.* Ostern 1898.

Die Tendenz seines interessanten Aufsatzes kennzeichnet der Verf. durch das Wort HERMANN RITTER's: „Der Hauptfactor in der m u s i k a l i s c h e n

Erziehung des Volkes soll nicht die musikalisch-technische Ausübung bilden, sondern eine Methode, durch welche dem zu Erziehenden die Fähigkeit gegeben wird, richtig und eigentlich Musik aufzunehmen, zu hören, zu genießen.“ Er betont — auf Grund praktischer Erfahrung —, dafs unsere gewöhnliche Notenschrift sehr wenig geeignet ist, dem im Notenlesen nicht ganz hervorragend Geübten — geschweige denn dem, der keine Notenkenntnifs besitzt — die kleinsten musikalischen Ganzgebilde leicht erkennbar zu machen und so dem Hörer ein Hülfsmittel zum Verständnifs und damit auch zum Genufs der Musik zu sein. Er benutzt deshalb eine Art der graphischen Darstellung, die auf die Möglichkeit der technischen Reproduction ganz verzichtet, dafür aber umsomehr die analysirende Thätigkeit des Hörens erleichtert, den Formensinn bilden hilft. Der Verf. giebt eine derartige Darstellung von drei Fugen Bach's nebt einigen kleineren Beispielen. Das Schriftchen sei hiermit besonders allen denjenigen, die sich ernstlich für Popularisirung klassischer Musik interessiren, nachdrücklichst empfohlen. Max Meyer (London).

G. Cordes. **Psychologische Analyse der Thatsache der Selbsterziehung**. Berlin, Reuther u. Reichard, 1898. (*Sammlung von Abhandlungen aus dem Gebiete der pädagogischen Psychologie und Physiologie.* herausgeg. v. Schiller und Ziehen, II. Bd., 2. Heft.) 54 S.

Die Arbeit ist aus mehrfachen Gründen von besonderem Interesse. Zunächst einmal wegen ihres Untersuchungsgegenstandes. Nicht leicht wagt sich heutzutage die Psychologie an einen so unmittelbar dem concreten Leben entnommenen psychischen Thatbestand, zumal an einen so ungewöhnlich complicirten, heran. Die Arbeit ist aber auch interessant wegen ihrer Methode. Während man vielfach zu glauben geneigt ist, dafs es für exacte Psychologie unerläfslich sei, die psychischen Thatsachen durch das Experiment sozusagen möglichst zu objectiviren, fufst die vorliegende Arbeit ausschliefslich auf Selbstbeobachtung und psychologischer Analyse und läfst dabei Mangel an Sicherheit der Begründung und Folgerung im Grofsen und Ganzen nicht verspüren. Im Gegentheil, die organische Entwickelung ihres Gedankenganges macht im Vergleich mit manchen experimentellen Arbeiten einen geradezu erquickenden Eindruck.

Der Verf. bestimmt Selbsterziehung als die Thätigkeit eines Menschen, durch die er auf sich selbst eine nachhaltige Beeinflussung in der Art auszuüben beabsichtigt, dafs seine psychischen Bethätigungen und äufseren Handlungen einem ihm vorschwebenden Ideale entsprechen. Die Gesammtheit der dabei in Frage kommenden psychischen Thatsachen läfst sich somit ohne Weiteres in zwei Gruppen zerlegen, von denen die eine die psychischen Voraussetzungen zur Selbsterziehung, die andere die diese selbst ausmachenden Thätigkeiten umfafst. Darnach theilt sich die Arbeit naturgemäfs in zwei Hauptabschnitte.

Als Voraussetzungen der Selbsterziehung führt der erste Hauptabschnitt vor: 1. Vorstellungen von der vorläufigen Artung des eigenen psychischen Geschehens; 2. stark gefühlsbetonte Vorstellungen fremder Artungen; 3. das Wollen. — Zur Erklärung der Eigenart eines psychischen Lebens sieht sich der Verf. veranlafst, den Begriff der Disposition einzu-

führen. Er erinnert an die Thatsachen der Uebung und Vererbung und kommt zu dem Ergebnifs, dafs jedem Individuum in jedem Augenblick seines Lebens eine persönliche Disposition zu eigenartigen psychischen Vorgängen eignet, die ein Product aus diesen beiden Factoren ist. Die persönliche Disposition ist nicht beobachtbar und über dasjenige, was ihr Träger ist, können wir zur Zeit keine bestimmte Aussage machen. So unvollständig diese Einführung des Dispositionsgedanken ist, so erweist sie sich doch von gröfstem Werth für das Folgende, zumal man ihr im Wesentlichen wird zustimmen können. Erfreulich ist es dabei, dafs sie mit den entsprechenden Punkten von MEINONG's systematisch ausgearbeiteter Dispositionspsychologie (von der, nebenbei bemerkt, nur hie und da bei verschiedenen Gelegenheiten einzelne Bruchstücke zur Veröffentlichung[1] gelangt sind) übereinstimmt, obwohl deren Kenntnifs bei CORDES wahrscheinlich nicht vorauszusetzen ist. — Hierauf werden, leider ziemlich dürftig und ungeordnet, die Quellen unserer Vorstellungen fremder psychischer Artungen vorgeführt und diese Vorstellungen kurz beschrieben. Da der Entschlufs zur Selbsterziehung nur auf Grund der Erkenntnifs höheren Werthes fremder psychischer Artungen möglich ist, so sieht sich der Verf. auf die Psychologie der Werththatsache geführt. Seine Darstellung stützt sich dabei, dem Literaturausweis nach, auf die Arbeiten MEINONG's, EHRENFELS' u. A., läfst aber die Spuren eines gründlichen Studiums derselben stellenweise empfindlich vermissen. — Völlig unzulänglich ist der folgende Abschnitt: Der Wille zur Selbsterziehung. Freilich, das Thema ist aufserordentlich schwierig und noch recht unwegsam. Trotzdem wird man es nicht angehen lassen sondern höchstens milder beurtheilen dürfen, wenn sich der Verf. mit Nebulositäten wie „lösendes Gefühl", „Freiheitsgefühl", „Gefühl der Unwirklichkeit" und Aehnlichem um eine exacte Beschreibung abmüht. Ja nicht einmal die einzige, wenn auch indirecte, so doch präcise klingende Charakteristik ist brauchbar: dafs von dem gemeinten Vorgange an die Selbsterziehung einsetzt. Erweist sich dabei schon die Bestimmung des zeitlichen Zusammenhanges als undurchführbar, so ist es vollends unmöglich, den fraglichen Willensact durch die darauffolgenden Handlungen der Selbsterziehung zu charakterisiren. Denn, vom Definitionscirkel, der darin steckt, ganz abgesehen, ist zu bedenken, dafs es vielleicht nirgends so viel erfolglose Entschlüsse giebt, als wo es sich um Selbsterziehung handelt.

Bei der Darstellung der Vorgänge der Selbsterziehung selbst bemerkt der Verf. zunächst sehr richtig, dafs die Selbsterziehung, wenn sie auch als allgemeine beabsichtigt ist, doch immer nur an speciellen Dispositionen angreifen kann. Demgemäfs behandelt er zunächst die Selbsterziehung in Bezug auf intellectuelle, dann auf emotionale Vorgänge und schliefslich die

[1] Vgl. die einschlägigen Partien aus HÖFLER's Psychologie. Ferner MEINONG, Phantasievorstellung, *Zeitschr. f. Philos.* Bd. 95, S. 162 f. — Ueber Sinnesermüdung im Bereich des WEBER'schen Gesetzes. *Vierteljahrsschr. f. wiss. Philos.* XII, S. 1 f., einiges auch in desselben Verf. Werththeorie (Graz 1894), schliefslich meinen Aufsatz: Beitr. z. speciellen Dispositionspsychologie, *Arch. f. syst. Phil.* III, S. 273 ff.

dem Wollen zugewendete. Auch noch weiter ins Specielle ist die Stoffeintheilung treffend und sachgemäfs. Trotzdem vermifst man gerade bei der Behandlung des Speciellen jede Beachtung des jeweils Eigenthümlichen. Was vorgebracht wird, ist das allerdings richtige, und, wenn auch nicht einzige, so doch wichtigste Dispositionsgesetz der Uebung und Gewöhnung, das mit seiner abstracten, farblosen Allgemeinheit fürs Specielle wenig befriedigen kann. Es enttäuscht das umsomehr, als man aus dem Buche sonst den Eindruck gewinnt, dafs es aus persönlicher Erfahrung hervorgegangen ist. Dem gegenüber fällt es weniger ins Gewicht, dafs der Verf. stellenweise darauf zu vergessen scheint, dafs es sich bei Selbsterziehung um d a u e r n d e Beeinflussung der D i s p o s i t i o n e n handelt. So z. B. wenn er sagt, im Affect müsse man sich jedes Entschlusses enthalten, u. Aehnl. — Das sind Verhaltungsmaafsregeln, die mit Selbsterziehung nur in indirectem Zusammenhange stehen. Hervorgehoben zu werden verdient die ausdrückliche Betonung eigener Willensdispositionen, die von den zur Motivation führenden Vorstellungs- und Gefühlsdispositionen verschieden sind.

In der Einleitung, die den beiden eben behandelten Hauptabschnitten vorangeht, fällt eine verhältnifsmäfsig weitläufige Erläuterung und Vertheidigung der psychologischen Selbstbeobachtung auf. Die Sache dürfte im Ganzen richtig gemeint sein — zu entschiedenem Widerspruch fordert nur die eine Behauptung heraus, dafs Selbstbeobachtung immer psychologisch-systematische Begriffe voraussetze — leidet aber an bedauerlichen Unklarheiten, die darin begründet zu sein scheinen, dafs der Verf. die Rolle, die das Urtheil im Seelenleben spielt, völlig übersieht.

Wenn sonach die Arbeit im Einzelnen dürftig, bisweilen sogar verfehlt ist, so mufs man doch anerkennen, dafs sie ihr Thema in den Hauptzügen richtig entwickelt und vor Allem sehr geschickt disponirt. Sie wird daher für weitere Behandlung dieser Sache mit grofsem Vortheil benutzt werden können.

Zum Schlusse möchte ich noch darauf aufmerksam machen, dafs die Schiller-Ziehen'sche *Sammlung* auch durch dieses Heft wieder bewiesen hat, dafs sie besser ist als der Ruf, der ihr in Form ihres Programmes vorangeht. Witasek.

Ph. Burkhard. **Die Fehler der Kinder. Eine Einführung in das Studium der pädagogischen Pathologie mit besonderer Berücksichtigung der Lehre von den psychopathischen Minderwerthigkeiten.** Karlsruhe, Otto Nemnich, 1898. 102 S. M. 1,80, geb. M. 2,50.

Die Schrift zeugt von fleifsiger Arbeit. Der Verf. hat grundlegende Werke mit Sorgfalt studirt und verarbeitet. Er hat aufserdem bei streitigen oder unklaren Fragen sich in brieflichen Verkehr mit urtheilsfähigen Männern der in Frage kommenden Gebiete gesetzt. Auch erörtert er mit Geschick die mannigfaltigsten Fragen der pädagogischen Pathologie in ihrer wissenschaftlichen (S. 1—49) wie praktischen Bedeutung (S. 50—101). Das Urtheil ist auch durchweg zutreffend und die Forderungen an Schule und Leben, an Lehrer, Aerzte und Juristen sind im Ganzen mafsvoll und berechtigt. Seine psychologischen, psychopathologischen, ethischen und päda-

gogischen Grundanschauungen sind die von Koch und Strümpell. Endlich ist das Buch nicht blos mit dem Kopfe, sondern auch mit dem Herzen geschrieben. Es ist darum sehr wohl geeignet, wie der Verf. im Vorwort hofft, die Leser „einen, wenn auch dürftigen Einblick in die wissenschaftliche und praktische Bedeutung der pädagogischen Pathologie für die Volksschulpädagogik zu verschaffen, ... zum Studium der pädagogischen Pathologie anzuregen, zu den Quellen zu führen und so das Interesse weiter Kreise der gebildeten Bevölkerung, insbesondere der Aerzte und Lehrer, auf ein Gebiet zu lenken, dessen Bedeutung bis jetzt nicht genügend gewürdigt, ja geradezu vernachlässigt wurde". Wir glauben darum gern, dafs der Verf. sich „bemüht" hat, mit seiner Schrift „eine Lücke in der bereits erschienenen Literatur auszufüllen" und sie „zu einer Einführung in das Studium der pädagogischen Pathologie zu gestalten".

Es ist aber eine andere Frage, ob die Methode des Verf. die zweckmäfsigste zur „Einführung" in das Gebiet der pädagogischen Pathologie ist, und ob er darum seinen Zweck genügend erreichen kann. Wir meinen das nicht und wir können bei dieser Gelegenheit eine allgemeine Bemerkung nicht unterlassen. Die pädagogische Pathologie und Kinderpsychologie ist Mode geworden; da liegt die Gefahr nahe, dafs Mancher ohne genügende Beobachtung, Erfahrung und psychopathologische Studien in Broschüren, Zeitschriftenartikeln und Vorträgen die weitgreifendsten und tiefgehendsten Probleme zu erörtern oder Forderungen zu stellen sucht, die noch längst nicht spruchreif sind. Wenn dann aus drei Schriften eine vierte wird, so passirt es nicht selten, dafs die widersprechendsten Ansichten friedlich und kritiklos neben einander stehen. Manchmal wird dann aus einer pädagogischen Pathologie durch vorzeitige Verallgemeinerung eine pathologische Pädagogik. Davor möchte ich warnen. Burkhard hält sich im Allgemeinen fern davon. Ganz ist er der Gefahr aber auch nicht entronnen. Und das kommt daher, dafs er weniger, wie der Titel ankündigt, über „die Fehler der Kinder" schreibt, sondern mehr über die pädagogische Pathologie, über die Lehre von den Fehlern, noch dazu in der oft so sehr schwerfälligen Sprache und Terminologie Strümpell's. Wenn man glaubt, dafs man damit Jemand zweckmäfsig einführen kann in das unbekannte und noch vielfach dunkle, von Strümpell selbst nur noch programmatisch umschriebene Gebiet, so täuscht man sich. Das dient nicht zur Einführung, sondern zur Fernhaltung Vieler von der guten Sache. Strümpell, der im 9. Jahrzehnt seines Lebens sein gelehrtes Werk schrieb, durfte mit Fug und Recht sich seine eigene Terminologie gestatten und ihm sehen wir gerne den Styl nach, der in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts in der philosophischen Welt der übliche war. Wer aber in ein Gebiet einführen will, der mufs gemeinverständlich und leicht verständlich und anschaulich reden und schreiben, zumal wenn er wie Burkhard auf 102 Seiten ein so weites Gebiet umspannen will. Die Srümpell'schen Begriffe, mit denen Burkhard, Spitzner u. A. viel arbeiten, wie „psychophysischer Mechanismus", „psychischer Mechanismus", „freiwirkende Causalitäten" etc., bekommen sonst leicht ein dogmatisches Gepräge und wirken befremdend und abstofsend statt einladend, abgesehen davon, dafs bei genauerer Individualbeobachtung die Scheidung keine so bestimmte ist und diese Terminologie oft damit hin-

fällig wird. Als Probe solchen Styles wie dieser Anschauungsweise seien folgende Sätze (S. 18) angeführt.

„Da es logischerweise keine absolute, aus sich allein herauswirkende psychische Kraft giebt und die Entwickelung der Seele eine grofse Summe der im Körper vorhandenen Zustände und Vorgänge voraussetzt, so ist es begreiflich, dafs das körperliche Leben an sich derart beschaffen sein kann, dafs die mit den „seelisch-geistigen" Vorgängen und Bildungen zusammenhängenden, concurrirenden körperlichen Einflüsse den psychischen Mechanismus und dessen Leistungsfähigkeit wesentlich beeinträchtigen und die frei wirkenden Causalitäten an ihrem Hervortreten hindern oder sie in ihrem Verhältnifs zum psychischen Mechanismus stören können; ja, es ist sogar möglich, dafs eine Entwickelung des psychischen Lebens gar nicht zu Stande kommen kann, wie dies bei der Idiotie der Fall ist. Dennoch mufs der Pädagoge darauf hinweisen und behaupten, dafs das, was im Bereiche des psychophysischen Mechanismus, also im Gebiete des Körpers, allein geschieht, im Verhältnifs zu der unermefslichen Gesammtzahl der, namentlich bei fortgeschrittener Differenzirung stattfindenden, seelischen Wirkungen verhältnifsmäfsig gering ist, wenn von der frühesten Kindheit abgesehen wird. Wir schliefsen hieraus mit begründetem Recht, dafs das geistige Leben ein grofses Uebergewicht über das körperliche Leben hat. Diese Thatsache wirkt noch überzeugender, wenn man bedenkt, dafs die störenden, körperlichen Einflüsse, die in ihrem causalen Verkehre mit den seelischen Vorgängen ihrer inneren Natur zufolge nie wesentlich abgeändert werden können, nicht direct das geistige Princip, sondern die vielgestaltigen Producte des psychischen Mechanismus treffen können, der mit solcher Macht ausgestattet ist, dafs er normirend und gestaltend vom 3. Lebensjahre in die Geschichte der Geistesbildung eingreift und im Stande ist, den höchsten psychischen Inhalt, die Ichvorstellung, vorübergehend in sich aufgehen zu lassen." —

„Die Anschauung ist das absolute Fundament aller Erkenntnifs", sagt Pestalozzi. Das darf auch auf dem Gebiete der pädagogischen Psychologie und Pathologie nicht vergessen werden. Es sollte gerade auf einem so fragwürdigen Gebiete bei jedem Geschriebenen wenigstens durchblicken, dafs der Schreiber für seine allgemeinen Behauptungen individuelle Beobachtungen gemacht hat. Das dürfte manches Geschriebene lebensvoller und damit werthvoller machen, es dürfte aber auch Unerfahrene abhalten zu belehren, wo sie selber noch das Wichtigte, nämlich die Kenntnifs des Thatsächlichen, zu lernen haben.

Burkhard vermeidet vielfach diese Klippen, aber nicht immer. Für eine zweite Auflage wäre das aber zu wünschen. Sie würde dann besser „einführen" wie auch phantastische Uebertreibungen fernhalten, wie sie der Schlufssatz der Schrift im Gegensatz zur bescheidenen Einleitung bietet: „Möge die Lectüre dieser Schrift die Ueberzeugung wahren, dafs von der Lösung der in obigen Thesen niedergelegten Forderungen physische, geistige und ethische Existenz unseres Volkes zum wesentlichen Theile abhängt, indem Kräfte gewonnen werden können, die geeignet sein dürften, dazu beizutragen, unser liebes deutsches Vaterland grofs und

stark zu machen. Und in diesem Sinne ist die Realisirung bezeichneter Aufgaben eine — nationale That."

Eine nützliche Arbeit, auch zum Segen unserer Nation, ist die BURKHARD'sche ohne Frage, aber die Existenz unserer Nation hängt gottlob nicht von der Erfüllung seiner, d. h. zumeist seiner Gewährsmänner, Forderungen ab.

Nach dem Gesagten können wir sie also weniger zur Einführung in das fragliche Gebiet, als zur raschen Orientirung über die hier vorhandenen Fragen empfehlen. Diese Fragen sind aber nicht blos Fragen der pädagogischen, sondern vor Allem auch der psychologischen Wissenschaft, denn die werdende abnorme Seele sollte nicht weniger als die normale Gegenstand ihrer Forschung sein. J. TRÜPER (Jena).

WILHELM PEPER. **Die wissenschaftliche und praktische Bedeutung der pädagogischen Pathologie.** *Samml. pädag. Vorträge*, herausg. von WILH. MEYER-MARKAU, XI. Bd., 1. Heft. Bonn, Soenneken. 1898. 32 S.

Der Vortrag wurde am 5. Februar 1898 gehalten in der Versammlung der Holsteinschen „Gesellschaft der Freunde des vaterländischen Schul- und Erziehungswesens". Herr PEPER will „nicht sofort die mancherlei Einzelpunkte in ihrer reichen Vielseitigkeit in vertiefter Beleuchtung betrachten", sondern „nicht mehr thun, als eine scharfumrissene Skizze, ein Programm künftiger Arbeiten gewinnen". Das ist ihm im Rahmen dieses Vortrages wohl gelungen. Das reiche Literaturverzeichnifs auf S. 30—33 erhöht den Werth des Vortrages noch wesentlich. Inhaltlich stimmen die Ausführungen mit denen von BURKHARD durchweg überein. TRÜPER (Jena).

A. BINET. **La mesure en psychologie individuelle.** *Revue philos.* 46, 8, S. 113 bis 123. 1898.

Der Verf. giebt Anweisungen darüber, wie sich die Individualpsychologie das so werthvolle Hülfsmittel der Messung zugänglich und nutzbar machen könne. In vielen Fällen ist eine Zählung der Einzelleistungen der gemessenen Fähigkeit möglich, in anderen nur eine Einordnung in eine nicht auf Zählung gegründete Abstufungsreihe, jenes z. B. beim Gedächtnifs, dieses bei moralischen Fähigkeiten. Dabei giebt es zwei Methoden zur Bestimmung der Leistungshöhe. Entweder läfst die Aufgabe einen Spielraum, innerhalb dessen die Leistung je nach dem Vermögen ausfällt, oder sie sucht durch allmähliches Steigern der Anforderung den Punkt, wo die Fähigkeit eben versagt. Die Mittel zur wirklichen Durchführung der Messung, die der Verf. vorbringt, sind Dinge wie, dafs man, um die Intelligenz eines Individuums zu messen, erproben könne, ob es den Sinn eines bestimmten Satzes versteht oder nicht, um seine moralischen Anlagen zu beurtheilen feststellen, wie es auf ein ihm zugefügtes Unrecht reagirt und Aehnliches. Was wir dabei an methodischen Ausgestaltungen dieser auch dem Laien kaum erstaunlichen Mittel bekommen, ist fast gleich Null. WITASEK.

J. SOURY. **Vie psychique des fourmis et des abeilles. Automate et esprit.** *L'intermédiaire des Biologistes* I (Nr. 14 u. 15), 310—318 u. 339—346. 1898.

Die Abhandlung ist ein kritisches Referat der Untersuchung von A. BETHE: „Dürfen wir den Ameisen und Bienen psychische Qualitäten

zuschreiben?", welche auch in *dieser Zeitschrift* Bd. XVII S. 280 besprochen worden ist. Verfasser erörtert die Resultate dieser Arbeit im Einzelnen und stellt sie mit denen anderer Thierpsychologen, wie LUBBOCK, COOK, FOREL und WASMANN, zusammen, steht jedoch hinsichtlich der psychologischen Schlufsfolgerungen auf einem anderen Standpunkt als BETHE. Er ist allerdings auch der Ansicht, dafs die Reflexe sich nicht aus früheren bewufsten Willenshandlungen entwickelt haben, sondern ein Product der natürlichen Zuchtwahl sind; wenn aber die Ameisen und Bienen ihre so complicirten Fertigkeiten als angeborene Reflexthätigkeiten mit auf die Welt bringen und nichts Neues hinzuzulernen vermögen, so beweist das nicht den gänzlichen Mangel jeglicher Psyche. Die Reflexe sind vielmehr nur in Folge des hohen phylogenetischen Alters der Insecten so gleichsam in ihrer Form erstarrt, dafs sie im Leben des Individuums nicht mehr modificirbar sind. Nach der Ueberzeugung des Verf. sind alle lebenden Wesen, vom Menschen hinunter bis zur Amoebe als beseelte Automaten aufzufassen. Das Kriterium der lebendigen Substanz ist die Fähigkeit, auf Reize zu reagiren. Die Reaction mag bewufst, unterbewufst oder unbewufst und rein reflectorisch sein: sie hört niemals auf psychisch zu sein.

SCHAEFER.

O. WEISS. **Untersuchungen über die „Erregbarkeit" eines Nerven an verschiedenen Stellen seines Verlaufes.** PFLÜGER's *Arch. f. d. ges. Physiol.* Bd. 72, S. 15—50. 1898.

Mehrere zum Theil schon ältere Forscher haben gefunden, dafs die elektrische Erregbarkeit eines Nerven an verschiedenen Stellen seines Verlaufes verschieden grofs ist. Eine andere bekannte Erscheinung ist das Auftreten eines Eigenstromes, eines sogenannten Demarcationsstromes, in einem Nerven, der an irgend einem Punkte durchschnitten oder auf andere Weise verletzt ist. Die geschädigte Partie wird negativ elektrisch gegenüber dem unversehrten Rest. Einen Zusammenhang zwischen den beiden angeführten Thatsachen hat GRÜTZNER hergestellt. Er wies auch in solchen Nerven, welche mit möglichster Sorgfalt behandelt und nicht durchschnitten waren, Eigenströme nach und erklärt die verschiedene elektrische Erregbarkeit an verschiedenen Punkten eines und desselben Nerven damit, dafs die Wirkung des Eigenstromes sich zu der des Reizstromes algebraisch addire. Die Ursache dieser Eigenströme erblickt nun der Verf. in den mehr oder weniger erheblichen Läsionen, welchen der Nerv bei der Präparation trotz aller Vorsicht ausgesetzt ist. Minimale Zerrungen und Quetschungen oder Schädigungen durch Verdunstung des Gewebewassers sind schwer zu vermeiden. Es gelang WEISS jedoch, sowohl den Ischiadicus des Frosches als auch den Vagus von Katzen und Kaninchen in so intactem Zustande theilweise freizulegen, dafs keine Eigenströme auftraten. Alsdann war auch die Erregbarkeit überall die gleiche. Nur der Plexus resp. Beckentheil des Ischiadicus hat, wie schon HEIDENHAIN und Andere fanden, eine etwas kleinere Schwelle für elektrische Reize als der Oberschenkeltheil, wofür noch keine befriedigende Erklärung gegeben werden kann.

SCHAEFER.

WALTER PRZIBRAM. **Versuch einer Darstellung der Empfindungen.** Wien, A. Hölder, 1898. 28 S.

Die vorliegende Schrift ist auf Wunsch des Autors nach dessen Tode von seinem Bruder der Oeffentlichkeit übergeben worden. Sie enthält einen Versuch, die Empfindungen darzustellen vermittelst eines Coordinatensystems, indessen nicht durchaus „anschaulich", da das Coordinatensystem über drei Dimensionen weit hinausgeht, als vielmehr durch mathematische Formeln. Der Verf. gelangt zu diesen, indem er die Empfindungen auffafst als Strecken, die Schwelle des Bewufstseins als Anfangspunkt der Strecken, die Qualität der Empfindung als deren Richtung, die Intensität der Empfindung als deren Gröfse.

Es ist etwas schwer, sich in der Abhandlung zurecht zu finden, da die Paragraphenzahlen der Haupt- und Nebeneintheilungen sich in gar nichts unterscheiden. Dies mag wohl daran liegen, dafs es dem Verf. nicht vergönnt war, selber die Drucklegung zu besorgen. Doch hoffe ich im Folgenden den Gedankengang des Verf.'s richtig zur Darstellung zu bringen.

Durch unmittelbare Selbstbeobachtung findet man einen gemeinsamen Bestandtheil aller Empfindungen eines Bewufstseins, den „Bewufstseins-Grundbestandtheil", dargestellt als eine bestimmte Richtung. Wir müfsten diesen Grundbestandtheil schon deshalb annehmen, weil sonst kein Grund vorhanden wäre, warum nicht zwei Bewufstseine zusammenfallen sollten.

Es giebt vier gesonderte Sinnesgebiete (der Geruchssinn ist nach dem Verf. derselbe Sinn wie der Geschmackssinn), d. h. solche, deren Empfindungen unter einander niemals mischbar sind. Sie ordnen sich in folgende Reihe: Tastsinn, Geschmacks-, Gesichts- und Gehörssinn. Diese werden dargestellt durch die positive bezw. negative Richtung der beiden auf jener ersten Richtung senkrechten Coordinaten.

Innerhalb eines jeden Sinnesgebietes giebt es aufserdem noch drei Paare von entgegengesetzten Empfindungsqualitäten, die innerhalb der verschiedenen Sinne analog sind. Sie sind dargestellt durch die folgende Tabelle:

	Tastsinn	Geschmackssinn	Gesichtssinn	Gehörssinn
1	hart — weich	Fleisch — Obstgeschmack	schwarz — weifs	tief — hoch
2	kalt — warm	sauer — mild	roth — grün	*c* — *g*
3	Schmerz—Wollust	bitter — süfs	gelb — blau	*e* — *h*

Sie werden dargestellt durch die positive bezw. negative Richtung der 4. oder 5. oder 6. Coordinate.

Uebrigens giebt der Verf. selbst zu, dafs die zum Zweck dieser Darstellung gemachten Voraussetzungen keineswegs allgemein anerkannt sind.

Der Verf. gelangt so für alle besonderen Empfindungen zu Formeln (Interessenten mögen sie im Original ansehen), die denjenigen, der an com-

plicirten mathematischen Formeln unter allen Umständen Gefallen findet, gewifs in das höchste Entzücken versetzen können. Bei der Willkürlichkeit der Voraussetzungen aber fragt man sich doch wohl vergebens, was denn nun damit eigentlich für die Psychologie gewonnen ist.

MAX MEYER (London).

E. CLAPARÈDE. **La perception stéréognostique**. *L'Intermédiaire des Biologistes,* I, Nr. 19, 432—437. 1898.

Die kleine Abhandlung wendet sich gegen die Annahme eines besonderen stereognostischen Sinnes, die mehrfach in der Literatur aufgetaucht ist. Wir haben kein specifisches Sinnesorgan, welches die Form eines Gegenstandes empfindet. Körperformen werden eben nicht empfunden, sondern erschlossen, appercipirt, abgeleitet aus einer Summe von einzelnen Empfindungen, unter denen Berührungs- und Muskelempfindungen eine hervorragende Rolle spielen. Es giebt Kranke, welche einen Gegenstand nicht erkennen oder wiedererkennen, trotzdem sie unterscheiden, ob er weich oder hart, glatt oder rauh, rund oder eckig ist. Ihnen mangelt die Fähigkeit, die verschiedenen Specialempfindungen zu einer einheitlichen Vorstellung zusammenzufassen, eine Fähigkeit, für die in beiden Hirnhemisphären ein besonderes Rindencentrum anzunehmen sein dürfte.

SCHAEFER.

A. TOPOLANSKY. **Das Verhalten der Augenmuskeln bei centraler Reizung. Das Coordinationscentrum und die Bahnen für coordinirte Augenbewegungen.** v. GRAEFE's *Arch. f. Ophthalm.* Bd. XLVI, S. 452—473.

Die Entdeckung SHERRINGTON's, dafs bei Reizung eines Muskels eine gleichzeitige Lähmung des Antagonisten eintritt, wurde von T. in der Weise an den Augenmuskeln bestätigt, dafs die Action des Rectus internus bei centraler Reizung gleichzeitig mit der des Externus betrachtet und hierbei festgestellt wurde, dafs einer Contraction des Internus eine Lähmung des Externus, einer Contraction des Externus eine Lähmung des Internus entspricht.

T's Versuche ergaben ferner, dafs das Centrum für die Coordination der Augenbewegungen im Niveau der Kerne des Oculomotorius unmittelbar vor ihnen liegt. Die Bahn für die Bewegungsleitung liegt im Opticus, Chiasma, Tractus, der äufsersten Thalamusumgrenzung, dem Corp. geniculat. lateral. und den tieferen Stellen der Vierhügelarme.

ABELSDORFF (Berlin).

1. FR. BEZOLD. **Schema für die Gehörprüfung des kranken Ohres.** *Zeitschrift für Ohrenheilkunde* XXXIII (2), S. 165—174. 1898.
2. FR. BEZOLD und EDELMANN. **Ein Apparat zum Aufschreiben der Stimmgabelschwingungen und Bestimmung der Hörschärfe nach richtigen Proportionen mit Hülfe desselben.** *Zeitschr. f. Ohrenheilkunde* XXXIII (2), S. 174—185.
3. FR. BEZOLD und EDELMANN. **Bestimmung der Hörschärfe nach richtigen Proportionen**. *Verhandlungen der Deutschen otologischen Gesellschaft,* 1898, Jena, Gustav Fischer, 10 S.

1. Als Prüfungsmittel für die Bestimmung der Hörfunction des normalen und des erkrankten Ohres kamen lange Zeit aufser der Flüster-

event. Conversationssprache Schallquellen zur Verwendung, welche nur einen Ton oder wenige unreine Töne enthalten, wie POLITZER's Hörmesser, die Uhr u. ä. m. Als in jeder Hinsicht zweckmäfsiger Ersatz für die letzteren ist die continuirliche Tonreihe anzusehen, über welche in *dieser Zeitschrift* wiederholt berichtet wurde. Mittelst derselben lassen sich totale Defecte für irgend eine Strecke der Tonscala in der Luftleitung nachweisen, Bestimmungen der oberen und unteren Tongrenze vornehmen und etwa vorhandene Lücken und Inseln innerhalb des Verlaufes der Tonscala auffinden. Zur Prüfung der Hördauer eignen sich unbelastete Stimmgabeln besser als belastete. Auch hierzu sowie zur Prüfung der Knochenleitung und für den RINNE'schen Versuch kann die continuirliche Tonreihe nach einer einfachen Abänderung in der Reihenfolge der Stimmgabeln bei abgenommenen Gewichten verwendet werden.

Häufig genügt die Hörprüfung mittelst der Sprache, insbesondere durch die Zahlwörter 1—100. Verf. hat in einer früheren Arbeit darauf hingewiesen, dafs der Ausfall bestimmter Zahlwörter für einzelne Ohrerkrankungen charakteristisch ist. Eine weitere functionelle Prüfung ist jedoch nothwendig, wenn zwischen dem objectiven Befund bei der Spiegeluntersuchung und der Herabsetzung des Hörvermögens ein offenbares Mifsverhältnifs besteht, ferner in Fällen von mittelgradiger oder geringer Schwerhörigkeit, welche überhaupt am Trommelfell und im Mittelohr keine objectiven Anhaltspunkte für die Diagnose bietet. Unerläfslich sind genaue Hörprüfungen bei hochgradiger Schwerhörigkeit und bei einseitiger oder doppelseitiger Taubheit für Sprache, um einen befriedigenden Ueberblick über die Hörbeeinträchtigung im Verlaufe der Tonscala zu gewinnen. Ueberdies ist die genaue Bestimmung der Hördauer zur Feststellung partieller Defecte sowie einseitiger vollständiger Taubheit erforderlich. In welcher Weise die continuirliche Tonreihe bei den Hörprüfungen der Taubstummenzöglinge in Verwendung kommt, ist bereits an früherer Stelle ausführlich mitgetheilt worden.

Für die Bezeichnung der Tonscala empfiehlt Verf. die übereinstimmende Benutzung der HELMHOLTZ'schen Symbole mit der Vereinfachung, dafs von der vier-gestrichenen Octave aufwärts römische Zahlen statt Strichen gebraucht werden. Die Angaben + und —, welche für den RINNE'schen und SCHWABACH'schen Versuch zutreffen, sind für den WEBER'schen Versuch ungeeignet und sollten durch kurze Angaben der Befunde ersetzt werden. Die Bezeichnungen der oberen und unteren Tongrenzen, sowie der Inseln und Lücken im Bereiche der Tonscala ergeben sich aus der Art der zur Hörprüfung verwendeten Instrumente. Die in den oben angegebenen Fällen nothwendige Bestimmung der Hördauer erfolgt durch Feststellung der Differenz zwischen den Hörzeiten des kranken und gesunden Ohres. Dieselbe läfst sich nach der Formel $x = \frac{n - t}{n} \cdot 100$ berechnen, in welchem Ausdruck n die Hörzeit des normalen Ohres für die gemessene Stimmgabel und t die Zeit bedeutet, um welche das normale Ohr länger hört als das kranke. Richtiger ist jedoch die Bestimmung der Hördauer, wenn statt dem Verhältnifs der verkürzten zur normalen Hör-

dauer das Verhältnifs der entsprechenden Stimmgabelelongationen eingesetzt wird.

2. 3. Um Schwingungen von Stimmgabeln in kleinen Zeiträumen darzustellen, construirten die Verfasser einen einfachen Apparat, welcher im Wesentlichen darin besteht, dafs eine in der Ruhe von der an einer schwingenden Stimmgabel angebrachten Schreibfeder etwas entfernte berufste Glasplatte durch Anschlagen einer Taste soweit gehoben wird, dafs letztere mit der Schreibfeder in leise Berührung kommt. Durch Abreifsen einer die Stimmgabel zusammenpressenden Holzgabel wird erstere in maximale Schwingung versetzt. Drückt man in beliebigen Zeiträumen, z. B. Secunden, auf die Taste, so erhält man auf der Glasplatte die jeder Secunde entsprechende Elongation der Stimmgabelzinken vom Beginne ihres Schwingungsmaximums bis zum Ausklingen. Der Schwingungsmodus jeder Stimmgabel läfst sich in Form einer Curve darstellen, als deren Abscissen die in 100 gleiche Theile zerlegte Zeitstrecke, als deren Ordinaten die zu jedem Zeitpunkt gehörigen Schwingungsweiten verwendet werden. Von der Stimmgabel D_1 (36 Doppelschwingungen) ausgehend, ergaben die Curven eine nahezu völlige Uebereinstimmung, so dafs die Annahme berechtigt erscheint, das Gesetz, „nach welchem eine maximal erregte Stimmgabel bis zu ihrem Verklingen an Schwingungsweite nach und nach verliert", sei für alle Gabeln aufserordentlich nahe das gleiche. Die dieses Gesetz zur Anschauung bringende Curve ist aber nicht blos für die geprüften Gabeln, sondern für die gesammte Tonscala gültig und kann daher als Grundlage für die Bestimmung des wirklichen Verhältnisses der Hörschärfe des schwerhörigen zu der des normalen Ohres dienen. Wie weitere Betrachtungen lehren, ist die Hörempfindlichkeit für einen Ton umgekehrt proportional der diesen Ton erzeugenden Stimmgabelelongation zu setzen, „von welcher die Hörschwelle des untersuchten Ohres gerade überschritten wird". Die Verfasser geben in Form einer Tabelle für jede am kranken Ohr gefundene Hördauer von 1—100, wobei die normale Hördauer = 100 gesetzt wird, die zugehörige Hörschärfe an, entsprechend der in diesem Zeitmomente vorhandenen Elongationsgröfse der geprüften Stimmgabel. Die mittelst der angegebenen Werthe berechnete Hörempfindlichkeit kann als genauer Ausdruck des in jedem Falle vorhandenen Hörvermögens bezeichnet werden, während eine Messung nach der oben angegebenen Hartmann'schen Formel wohl die Einreihung der nach dem gleichen Modus berechneten Fälle gestattet, jedoch ein „ganz verzerrtes Bild von dem wirklichen Grad des der Norm gegenüber vorliegenden Hördefects" ergiebt. Theodor Heller (Wien).

D. Mercier. **La définition philosophique de la vie.** 2e Édition. Louvain, Charpentier & Schoonjans. 1898. 74 S.

Trotzdem die Broschüre schon in der zweiten Auflage vorliegt, dürfte sie weder dem Biologen noch dem Philosophen von Fach viel Neues bringen. Verf. wirft zunächst die Frage auf, was das Leben sei, und beantwortet sie dahin, dafs es die Summe der den Lebewesen eigenen Functionen ist. Um diese Definition wissenschaftlich zu vertiefen, sind die Begriffe: Lebewesen und Lebensfunctionen genauer zu formuliren. Zu diesem Zwecke werden Bau und Wesen der einzelligen Organismen und deren fortschreitende Ent-

wickelung zu immer complicirteren Formen eingehend geschildert. Es ergiebt sich dann als Kriterium des lebenden Organismus „die doppelte Einheit der Substanz oder Constitution und der Natur oder Activität, oder noch besser die Einheit der Constitution und der Natur". Die Activität, die lebendige Bewegung, ist nicht spontan; sie hängt durchaus von den Gesetzen der Physik und Chemie ab. Aber sie ist, was nicht alle mechanischen Vorgänge der leblosen Welt sind, continuirlich, in einem fortlaufend und, was in der unbelebten Natur nie vorkommt, immanent, d. h. der Organismus ist stets zugleich activ und passiv, er wirkt auf sich selbst, während die physikalischen Massen immer nur auf andere Massen wirken. Indem der Verf. so die Immanenz als einen hervorragenden Punkt in der Definition des Lebens hervorhebt, befindet er sich in bester Uebereinstimmung mit dem heiligen Thomas von Aquina, der den Satz aufstellt: Ens vivens est substantia, in cujus natura est movere se ipsam. SCHAEFER.

G. M. STRATTON. **Ueber die Wahrnehmung von Druckänderungen bei verschiedenen Geschwindigkeiten.** *Philos. Studien* XII, S. 525—586.

Die STATTON'sche, im Leipziger Laboratorium ausgeführte Arbeit gehört zu den werthvollsten Specialuntersuchungen auf dem Gebiet der Veränderungswahrnehmung. Da ich sie in meinem jüngst erschienenen Buch „Psychologie der Veränderungsauffassung" nach allen Richtungen hin einer ausführlichen Besprechung unterzogen habe — wobei ich Technik, Methodik und Ergebnisse rückhaltlos acceptiren konnte, dagegen seine Schlufsfolgerungen, Deutungen und Polemiken zum gröfsten Theil bestreiten mufste — so beschränke ich mich hier auf eine knappe Inhaltsangabe und citire zuweilen in Klammern die Seitenzahlen meines Buches, wo Näheres zu finden ist.

ST. will die Empfindlichkeit sowohl für momentane als auch für continuirliche Druckänderungen bestimmen, und zwar bei verschiedenen Normalbelastungen, wie auch bei verschiedenen Aenderungsgeschwindigkeiten. Ort des Druckes war stets eine Stelle an der Volarfläche der kleinen Fingerbeere.

Als Apparat diente eine aufserordentlich sinnreiche Hebelvorrichtung, durch welche sowohl jedes beliebige Druckquantum plötzlich hinzugefügt und entfernt, wie auch eine allmähliche Druckänderung mit jeder beliebigen Geschwindigkeit herbeigeführt werden konnte. (Ps. d. V. 88.) Bei momentanen Druckänderungen wurden an vier Personen nach der Methode der Minimaländerungen folgende Resultate erzielt: Für Normalreize zwischen 75 und 200 Gramm gilt das WEBER'sche Gesetz $\left(\frac{\Delta r}{r} \text{ etwa} = \frac{1}{40}\right)$, während bei kleineren Anfangsgewichten der Bruch sich vergröfsert; die Schwelle für die Veränderungsrichtung liegt merklich höher als die Schwelle für die Existenz einer Veränderung überhaupt; die Werthe für beide Schwellen zeigen ziemlich parallelen Verlauf.

Bei den allmählichen Druckveränderungen ist die Methode besonders wichtig; dieselbe bestand nicht (nach meiner Terminologie) im „Bestimmungs"- sondern im „Beurtheilungsverfahren"; d. h.: der Beobachter hatte nicht durch eine Reactionsbewegung den Moment der Veränderungs-

wahrnehmung zu bestimmen, sondern Reizstrecken, die nach Dauer und Veränderungsgröfse durch den Experimentator abgegrenzt waren, zu beurtheilen. Bei einer gegebenen Aenderungsgeschwindigkeit wurden der Reihe nach Reize immer gröfseren Umfangs vorgelegt, bis festgestellt war, bei welcher Veränderungsgröfse die Wahrnehmungsschwelle lag. Diese Versuche wurden im Ganzen mit fünf verschiedenen Aenderungsgeschwindigkeiten vorgenommen, deren jede das Fünffache der folgenden betrug. Ergebnifs: Je geringer die Veränderungsgeschwindigkeit, um so geringer die Unterscheidungsfähigkeit, um so höher die Schwelle. Der Geschwindigkeit 2,5 entspricht ein Schwellenwerth $\frac{\Delta r}{r} = 0{,}059$, der 625mal so langsamen Geschwindigkeit 0,004 entspricht $\frac{\Delta r}{r} = 0{,}152$. Dies Gesetz tritt viel stärker hervor bei Druckabnahme als bei Druckzunahme; die Schwelle liegt bei letzterer bedeutend tiefer. Bei verschiedenen Anfangsgewichten gilt ungefähr das Weber'sche Gesetz.

Abgesehen von dem Thatsachenbericht enthält die Arbeit nun auch den Versuch, das Beobachtete psychologisch zu analysiren und zu erklären, wobei Str. oft gegen frühere Arbeiten des Referenten polemisch Stellung nimmt. Ich kann nicht sagen, dafs ich auch nur in einem Punkte meine früheren Darlegungen zurückzunehmen hätte. Im Gegentheil, weitere Untersuchungen und Ueberlegungen haben meine Anschauungen nur gefestigt und geklärt, dagegen manche der Behauptungen Stratton's handgreiflich widerlegt. Ich erwähne hier nur kurz die Hauptpunkte, um die es sich handelt.

Bei plötzlichen und momentanen Druckänderungen glaubt Str., dafs die Veränderungswahrnehmung lediglich durch Vergleichung zu Stande komme — auch dort wo scheinbar im Uebergangsmoment zwischen *a* und *b* ein ganz eigenartiger Eindruck sui generis, der weder *a* noch *b* ist, vorhanden ist; dagegen bestreitet er die Existenz einer Veränderungsempfindung. Ich glaube, dafs seine Einwände, die sich gegen meine frühere, kurze und noch unklarere Formulirung dieser Hypothese richten, und zum Theil auf Mifsverständnissen beruhen, durch meine neue ausführliche Begründung der „Uebergangsempfindung" hinfällig geworden sind. (Ps. d. V. 29—48.)

Das im zweiten Theil der Arbeit gefundene Gesetz, dafs die Empfindlichkeit für Veränderungen um so feiner ist, je schneller sie vor sich gehen, steht in directem Gegensatz zu dem Gesetz, das Hall und Motora aus Versuchen mit Druckänderungen, Ref. aus solchen mit Helligkeitsveränderungen abgezogen hatten. Hier war nämlich die langsamere Veränderung die besser wahrnehmbare gewesen. Str. glaubt nun, dafs diese Differenz lediglich auf der Verschiedenheit der Methoden beruhe und dafs nur seine Methode einwandfrei sei. Das „Bestimmungsverfahren" nämlich (s. o.) — welches Hall-Motora und Referent angewandt hatten — fälsche durch Erwartungs- und Ermüdungserscheinungen das Ergebnifs vollständig. In Wirklichkeit handelt es sich hier aber nicht, wie Str. meint, um ein aut — aut, sondern um ein et — et. Beide Gesetzmäfsigkeiten bestehen zu Recht — unter verschiedenen Bedingungen. Diese ver-

schiedenen Bedingungen liegen aber nicht in den Methoden — denn neuere von mir angestellte Tonversuche nach der von STRATTON anerkannten Beurtheilungsmethode ergaben Resultate, die seinem Gesetze theilweise widersprachen — sondern in der Abstufung der Geschwindigkeiten. Variirt man nämlich die Geschwindigkeiten mit sehr grofsen Sprüngen — wie es STR. mit seiner Verfünffältigung that — so zeigt in der That jede Geschwindigkeit gegen die nächstschnellere eine Abnahme der Empfindlichkeit. (Ps. d. V. 211—224.) Variirt man dagegen in kleineren Abstufungen, so wirkt ein ganz neues psychisches Phänomen, das der „Optimalzeit", modificirend ein. Dasselbe lautet (Ps. d. V. 211): „Wird ein sich ändernder Reiz dauernd beobachtet, so giebt es innerhalb der Beobachtungszeit gewisse günstigste Stadien, in denen die Wahrnehmungsfähigkeit, bezw. die Tendenz eine Urtheils- oder Bewegungsreaction zu vollziehen, besonders stark ist. Da innerhalb einer solchen Optimalzeit Veränderungen verschiedener Geschwindigkeit zur Wahrnehmung gelangen können, so sind die langsameren Veränderungen, welche bis zu jenem Zeitpunkt erst einen geringeren Umfang erreicht haben, relativ günstiger gestellt." Die STRATTON unbekannte Thatsache der Optimalzeit glaube ich durch eine ganze Reihe von Untersuchungen sicher gestellt zu haben (Ps. d. V. 234—244) und so findet das STRATTON'sche Gesetz hierin keinen Widerspruch, sondern eine Ergänzung. — In entsprechender Weise aber giebt es auch nicht eine allein berechtigte Methode, sondern Beurtheilungs- und Bestimmungsverfahren haben sich in die Bearbeitung des Veränderungsproblems zu theilen; für gewisse Fragen erweist sich das eine, für andere das andere als geboten. (Ps. d. V. 91 ff., 108 ff.)

L. W. STERN (Breslau).

GEORG VON VOSS. **Ueber die Schwankungen der geistigen Arbeitsleistung.** KRAEPELIN, *Psychologische Arbeiten,* II. Bd., 3. Heft, 399—449. 1898.

Verf. benutzte zu seinen Versuchen die Methode der fortschreitenden Additionen in der Weise, dafs der Versuchsperson die Aufgabe gestellt wurde, eine Stunde lang je zwei aufeinanderfolgende Zahlen zu addiren. Die Ausführung jeder Addition zeigte ein kurzer Strich an; nach je fünf Minuten, die durch ein Glockensignal abgegrenzt waren, wurden zwei längere Striche gezogen. Aus den hierdurch für die Versuchsstunde bestimmten Curven konnte annähernd die Dauer aller einzelnen Additionen angegeben werden. Aufser der Länge der einzelnen Additionszeiten kam in der vorliegenden Untersuchung noch die Gröfse ihrer Abweichung von dem bezeichneten Mittelwerth in Rücksicht. Das Vorkommen von Schwankungen der Additionszeiten führte dazu, die Dauer dieser Schwankungen und die Anzahl von Additionen zu bestimmen, die während derselben vollendet wurden.

Zur Ausführung der Versuche bediente sich Verf. eines von KRAEPELIN angegebenen Apparates. Die „elektrische Feder" besteht aus einer in einem Hohlcylinder befindlichen Röhre, deren vorderes Ende eine Bleistiftspitze enthält, während das mit einer Feder versehene hintere Ende einen Contact trägt, der bei jedem durch das Schreiben ausgeübten Druck die am äufseren Cylinder angebrachte Ableitung berührt und den Strom

schliefst. Hört der Druck auf, so schnellt die Feder zurück und der Strom wird unterbrochen. Mit einem am Kymographion schreibenden Stift verbunden, ergiebt die „elektrische Feder“ bei jedem Druck auf die Bleistiftspitze einen deutlichen Ausschlag auf der berufsten Trommel.

Der Einflufs der Uebung prägt sich in der Annäherung aller Additionszeiten an einen bestimmten bevorzugten Zeitwerth aus. Letzterer entspricht nicht den möglichen kürzesten Werthen, vielmehr scheinen die ganz kurzen Zeiten unter dem Einflusse der Uebung seltener zu werden. Die Ermüdung hat stets eine der Uebung entgegengesetzte Wirkung; sie veranlafst das Auftreten sehr langer Additionszeiten. Antriebswirkungen zeigen sich nicht blos am Anfang und Ende einer Arbeit, sondern auch während derselben, insbesondere an der Grenze kleiner Unterabtheilungen. „Der Antrieb ist jedoch nicht im Stande, die Leistung dauernd auf eine höhere Stufe zu heben; er vermag nur innerhalb eines oder des anderen Versuchsabschnittes die Zahl der ausgeführten Additionen zu vergröfsern.“

Das wichtigste Ergebnifs der Untersuchung ist der Nachweis regelmäfsiger feiner Schwankungen der geistigen Arbeit; die Dauer derselben entspricht den auf optischem, akustischem und taktilem Gebiete, sowie auf demjenigen des Zeitsinnes beobachteten Schwankungen.

„Dieser Umstand weist vielleicht auf eine gemeinsame Grundlage hin; als solche können nur die uns aus der täglichen Erfahrung bekannten Aufmerksamkeitsschwankungen in Betracht kommen.“ „Die Ursache der Arbeits- und damit auch der Aufmerksamkeitsschwankungen überhaupt ist in centralen Vorgängen zu suchen.“ Theodor Heller (Wien).

Th. Ziehen. **Die Ideenassociation des Kindes.** Schiller-Ziehen, *Sammlung von Abhandlungen aus dem Gebiete der pädagogischen Psychologie und Physiologie* I, 6. Berlin, Reuther u. Reichard, 1898. 66 S.

„Eine wissenschaftliche Untersuchung der Ideenassociation (des Kindes) ist seltsamerweise noch kaum versucht worden, obwohl sie in praktischer wie in theoretischer Hinsicht die gröfsten Vortheile verspricht: in praktischer, insofern eine wissenschaftliche Pädagogik geradezu darauf angewiesen ist, ihre Lehren auf die empirische Psychologie zu stützen und in theoretischer, insofern uns die Entwickelungsgeschichte der Ideenassociation Aufklärung vieler Probleme bezüglich der Ideenassociation der Erwachsenen verspricht.“ Der Bedeutung des Gegenstandes entsprechend hat Verf. eine eingehende Untersuchung über die Ideenassociation des Kindes angestellt. Die vorliegende erste Abhandlung bezieht sich hauptsächlich auf die Feststellung des Vorstellungsablaufs bei gegebener Anfangsvorstellung. Angaben über den Vorstellungsschatz des einzelnen Kindes, die Geschwindigkeit des Vorstellungsablaufes im Allgemeinen und unter besonderen Umständen macht Verf. nur insoweit, als sie zum Verständnifs des Hauptproblems nothwendig sind. In diesem Sinne wurden Farben-, Raum-, Zahlen- und Zeitvorstellungen der Kinder geprüft, um „einen ganz kurzen und oberflächlichen Ueberblick über das intellectuelle Niveau und einzelne Vorstellungsgruppen derjenigen Kinder zu geben, auf welche sich die folgenden Untersuchungen beziehen.“

Die Anfangsvorstellung wurde bei den Associationsversuchen durch Zurufen eines Wortes vermittelt. Die Auswahl der Reizwerthe war zunächst völlig willkürlich. Die Antwort des Kindes wurde stets wörtlich protokollirt. Alle Versuche fanden in demselben Zimmer in der Zeit von 9—11 Uhr Vormittags statt und erstreckten sich bei dem einzelnen Kinde niemals über mehr als 20 Minuten, meist nur über 10—15 Minuten, um Ermüdung zu vermeiden. Die Kinder genügten den wesentlichen Versuchsbedingungen in musterhafter Weise.

Der Mittheilung der Versuchsergebnisse sendet Verf. eine Erörterung über die Formen der Ideenassociation voran. Diese tritt in zwei Hauptformen auf: als springende Ideenassociation und als Urtheilsassociation. Der wichtigste Unterschied zwischen beiden bezieht sich auf die räumlichzeitlichen Individualcoefficienten. „Jeder Empfindung kommt eine specielle Stelle in Raum und Zeit zu, d. h. ihre Lage in Raum und Zeit ist bestimmt"; diese räumliche und zeitliche Bestimmtheit bezeichnet Verf. kurz als Individualcoefficienten. Während die beiden Vorstellungen einer Urtheilsassociation in ihren räumlich-zeitlichen Individualcoefficienten übereinstimmen, stehen sie bei der springenden oder disparaten Ideenassociation in keiner gesetzmäfsigen Beziehung. Die weitere Eintheilung der Ideenassociationen knüpft eng an die Versuche des Verf. an. Die Gegenüberstellung von verbalen und Objectassociationen ist ohne Weiteres verständlich. Aus räumlich und zeitlich bestimmten Individualvorstellungen entwickeln sich allmählich räumlich und zeitlich unbestimmte Individualvorstellungen, „d. h. Vorstellungen von einem Objecte, dessen räumliche Individualcoefficienten den zeitlichen einzeln, gesetzmäfsig und eindeutig zugeordnet sind, etwa im Sinne einer stetigen Curve bezw. Function der analytischen Geometrie". Aus den räumlich und zeitlich bestimmten und namentlich aus den räumlich und zeitlich unbestimmten Individualvorstellungen gehen die allgemeinen Vorstellungen hervor, „d. h. Vorstellungen, deren Individualcoefficienten unbestimmt sind und einander nicht gesetzmäfsig eindeutig zugeordnet sind". Nach ihrer Entstehung aus e i n e r Empfindungsqualität oder m e h r e r e n Empfindungsqualitäten unterscheidet Verf. einfache und zusammengesetzte Individualvorstellungen. Aus den Beziehungen der erwähnten Vorstellungen ergeben sich verschiedene Associationsformen, für deren Bezeichnung Verf. einfache Symbole vorschlägt. Nach den betheiligten Sinnesgebieten unterscheidet Verf. homosensorielle und heterosensorielle Vorstellungsverknüpfungen, nach dem associativen Verhältnifs der einfachen zur zusammengesetzten Vorstellung totalisirende und partialisirende Vorstellungsverknüpfungen. Die weiter angeführten Vorstellungsbeziehungen kommen für die vorliegende Untersuchung nicht näher in Betracht.

Das Procentverhältnifs der springenden Associationen zu den Urtheilsassociationen ist in hohem Maafse von der Anweisung abhängig, welche das Kind zu Beginn des Versuches empfängt. Im Alter von 8—14 Jahren werden die beiden Associationsformen psychologisch nicht so scharf geschieden wie bei den Erwachsenen. Da sich die Versuche auf 2 1/4 Jahre erstreckten, konnte Verf. die Entwickelung der beiden Associationsformen genauer verfolgen. Die Zunahme von Urtheilsassociationen steht in directer

Abhängigkeit von der Zunahme der Verknüpfung von in ihren räumlich-zeitlichen Individualcoefficienten übereinstimmenden Vorstellungen, wie sie durch Nachahmung und Erziehung herbeigeführt wird. Als Perseveration der Associationsform bezeichnet Verf. die Erscheinung, dafs e i n e r Urtheilsassociation meist mehrere — zuweilen bis zu 10 — nachfolgen. Dieser Perseveration begegnet man bei manchen physiologischen Erschöpfungszuständen, sowie bei fast allen Formen des angeborenen Schwachsinnes.

Verbalassociationen kamen sehr selten vor. Nur bei einem Knaben betrugen sie 24% aller Associationen; dieser Schüler hatte vorher eine Dorfschule besucht, in welcher auf Orthographie besonderes Gewicht gelegt wurde. Bei den übrigen Schülern beliefen sich die verbalen Associationen nicht einmal auf 2%. Unter diesen waren associative Wortergänzungen (Bett-federn, Post-karte) am häufigsten. Geläufige Wortverbindungen und Reimassociationen sind bei Kindern viel seltener als bei Erwachsenen.

Die naheliegende Thatsache, dafs Kinder weit weniger in allgemeinen Begriffen denken als Erwachsene, gelangt in der vorliegenden Untersuchung zu deutlichem Ausdruck. Bei Ersteren kommen am häufigsten reine Individualassociationen vor (eine Individualvorstellung weckt eine Individualvorstellung), während bei den Letzteren sehr oft (durchschnittlich 80%) das Reizwort eine Allgemeinvorstellung weckt, an welche wiederum eine Allgemeinvorstellung associirt wird. „In diesem Punkte ist die Ideenassociation des Kindes in der That toto coelo von der des Erwachsenen verschieden.“ Gerade bei den besser begabten Schülern zeigte sich dieses Ueberwiegen der rein individuellen Associationen in auffällig hohem Maafse. Räumlich und zeitlich bestimmte Associationen sind sehr viel seltener als nur räumlich bestimmte. Mit zunehmendem Alter zeigt sich eine deutliche Annäherung an die vorherrschende Associationsform der Erwachsenen.

Die Bestimmung, wie viele Sinnesgebiete bei den Objectvorstellungen der Kinder betheiligt sind, begegnet bisweilen grofsen Schwierigkeiten. Manche nur aus Grundempfindungen eines Sinnesgebietes hervorgegangene Vorstellung wird zu einer heterosensoriellen durch associative Ergänzung einer einem anderen Sinnesgebiete angehörenden Componente. Insbesondere beruht der Begriff der Körperlichkeit bei dem Kinde und auch noch bei vielen Erwachsenen auf einer „hinzu phantasirten Berührungsvorstellung“. Der Begriff der Partialvorstellung darf nicht zu enge gefafst werden. Nennt man die beiden in einem associativen Verhältnifs stehenden Vorstellungen a und b, so kommt es nicht darauf an, „ob a stets in b enthalten ist, sondern es genügt, dafs a ein oder mehrere Male in b enthalten war“. Diese Bemerkungen mögen zeigen, welche subtilen Erwägungen bei der Unterscheidung der Partial- und Total-, homosensoriellen und heterosensoriellen Associationen erforderlich sind. Die hierüber mitgetheilte percentuelle Zusammenstellung bezieht sich auf 26 Schüler und eine einzige Versuchsreihe, so zwar, dafs jeder Versuchsperson dieselben Reizworte zugerufen wurden. Die weiteren Bemerkungen des Verf. beruhen auf dieser Zusammenstellung; es mufs daher auf den betreffenden Abschnitt der Abhandlung verwiesen werden. Von besonderem Interesse sind auch hier

die Verschiebungen, welche die angegebenen Associationsformen auf den verschiedenen Altersstufen der Schüler erfahren.

Als die wichtigste Ursache der Association von Vorstellungen ist nicht die unmittelbare Aehnlichkeit, sondern die Gemeinsamkeit von Partialvorstellungen zu betrachten. Unter den anderen für die Association maafsgebenden Factoren spielt der Gefühlston eine wichtige Rolle. Dem gegenüber kommt der Deutlichkeit und Constellation der Vorstellungen nur geringere Bedeutung zu.

Untersuchungen über die Geschwindigkeit der kindlichen Association und deren Beeinflussung durch Ermüdung und andere Factoren sind bereits abgeschlossen und werden den Gegenstand folgender Abhandlungen bilden.

Theodor Heller (Wien).

F. Le Dantec. **L'individualité et l'erreur individualiste.** *Bibliothèque de philosophie contemporaine.* Paris, F. Alcan, 1898. 176 S.

F. Le Dantec. **Évolution individuelle et hérédité. Théorie de la variation quantitative.** *Bibliothèque scientifique internationale.* Paris, F. Alcan, 1898. 308 S.

Die vorliegenden Bücher bilden gewissermaafsen die Fortsetzung zweier bereits früher erschienenen Werke: Théorie nouvelle de la vie und Le déterminisme biologique et la personnalité consciente. In dem letztgenannten hatte Verf. bereits eine Hypothese aufgestellt, die die Bewufstseinsphänomene aus Eigenschaften der Atome ableitet, und fährt jetzt fort, als ausgesprochener Determinist diejenige Richtung zu bekämpfen, welche den geistigen Vorgängen einen Einflufs auf die chemisch-physikalischen Thätigkeiten der Körperorgane zuschreibt. Er will den Begriff der Individualität, der Persönlichkeit gänzlich beseitigt sehen. Unser Ich ist nach ihm nichts Positives, sondern nur ein Begriff für den beständigen Wechsel des Zusammenhangs und Zusammenwirkens der unseren Leib bildenden Atome. Von einem beseelten Organismus als von etwas Einheitlichem, Gesondertem, in sich selbst Gegründetem zu sprechen wird als ein „erreur individualiste" bezeichnet, der die Lösung der biologischen Probleme nur erschwert und verhindert einzusehen, dafs absoluter Determinismus und moralische Freiheit keine Gegensätze zu sein brauchen. Auf diesen Grundgedanken sind auch die Anschauungen des Verf. über die Entwickelung und die Vererbung aufgebaut. Was die Ausführungen im Einzelnen betrifft, so bewegen sie sich vorwiegend auf biologischen Gebieten. Verf. erweist sich dabei als ein Gegner der bekannten Theorie Weissmann's von der Nicht-Vererbung erworbener Eigenschaften.

Schaefer.

J. Volkelt. **Die tragische Entladung der Affecte.** *Zeitschr. f. Philos. u. philos. Kritik* Bd. 112, H. 1, 1—16. 1898.

Der Aufsatz ist gleichsam ein kleiner Nachtrag zu dem gröfseren Werk über „die Aesthetik des Tragischen" desselben Verf., angeregt durch einen Aufsatz A. v. Berger's über „Wahrheit und Irrthum in der Katharsis-Theorie des Aristoteles". Er theilt daher mit Jenem die bekannten Vorzüge und Nachtheile der V.'schen Methode. Die Vorzüge sind hauptsächlich: Vorurtheilslosigkeit und Unbefangenheit des Standpunkts, Berück-

sichtigung eines sehr reichen Materials, Reichthum der Gesichtspunkte, Feinheit, ja Subtilität in Unterscheidung der wirksamen Factoren, sowie ihrer gefühlsmäfsigen Wirkungen, daher die Gewinnung sogenannter „charakteristischer Gefühlstypen", durchgängige Individualisirung und Behutsamkeit gegen voreilige Verallgemeinerungen. Die Nachtheile, wenn wir hier von unwesentlichen, besonders stylistischen Mängeln absehen, laufen stets auf den Mangel einer klaren psychologischen Grundlage hinaus, besonders fehlt eine irgend greifbare Auffassung über die gleichzeitige Vereinigung von Lust- und Unlustgefühlen. In dem kleinen Aufsatz kommen die Vorzüge weniger zur Erscheinung als die Mängel. Gemeint ist mit der „Entladung" hier jener nicht rein ästhetische Vorgang, dafs Menschen, die sich aus vorübergehenden oder chronischen Ursachen in geprefster Stimmung befinden, sich durch die Tragödie erleichtert fühlen. Verf. unterscheidet dabei den Typus des „Angehäuften" und des „Erstarrten", und constatirt dann vier Factoren, die den Vorgang erklären sollen: 1. die Durchrüttelung der Seele; 2. eine formale Erweiterung des Ichs, dabei wird dem Mitleid mich sich selbst eine, wie wir meinen, völlig verkehrte Rolle zugeschrieben; 3. eine materiale Erweiterung des Ichs. Was mit dieser gemeint ist, zeigen folgende Sätze, die zugleich eine Stylprobe sein mögen. „Da macht uns nun die tragische Person die entsprechenden Gemüthsbewegungen in entgegenkommender Weise vor. Wir brauchen sie nur mitfühlend nachzumachen, und das ersehnte Sichaussprechen und Sichausladen ist erfolgt". 4. „indirect" oder in „untergeordneter Weise" kommen die erhebenden Momente in Betracht. Wir würden diesen die erste Stelle angewiesen haben. Dafs V. dies unterläfst, kommt von seiner primitiven Theorie über Lust und Unlust; er meint wohl, den erhebenden Momenten entsprechen im Zuschauer Lustgefühle, also kann eine Entladung von Unlustgefühlen nur „indirect" durch sie erfolgen.

M. Riess (München).

Adolf Gross. **Untersuchungen über die Schrift Gesunder und Geisteskranker.** Kraepelin, *Psychologische Arbeiten,* II. Band, 3. Heft, 450—567. 1898.

Zur vorliegenden Untersuchung bediente sich Verf. der Kraepelin'schen Schriftwage. Der kürzere Hebelarm trägt die Schreibplatte, welche immer eine horizontale Lage einnimmt. Der lange Hebelarm wird durch eine Feder, die in dem Apparat die Stelle eines Gewichtes vertritt, stets in dieselbe wagrechte Stellung zurückgeführt. Bei jedem Druck auf die Schreibplatte wird die Feder so angespannt, „dafs der dadurch entstehende Gegenzug gleich ist dem aufgewandten Drucke oder dem Gewicht, das auf der Platte lastet". Ein mit dem langen Hebelarm verbundener Fühlhebel schreibt auf einer rotirenden Kymographiontrommel, wodurch jeder auf die Schreibplatte ausgeübte Druck ersichtlich gemacht wird. Die Form der aufgezeichneten Curve giebt ein getreues Abbild der während der Schreibbewegung sich abspielenden Druckschwankungen.

Den Versuchspersonen wurden folgende Aufgaben gestellt: 1. Zwei 10 cm von einander entfernte Punkte durch eine gerade Linie zu verbinden, 2. fünf Punkte nach einander zu machen, 3. den kleinen deutschen Buch-

staben „m“ zu schreiben, 4. die Zahlen 1—10 zu schreiben, 5. von 20 rückwärts je 3 zu subtrahiren.

Die Grundlage der Untersuchung bildeten Versuche an 17 Gesunden, 9 Wärterinnen und 8 Wärtern der Irrenklinik. Die Ausführung von Drucklinien bot manche für die Versuchspersonen charakteristischen Merkmale. Linien werden aufserordentlich viel rascher ausgeführt als Schriftzeichen, Zahlen und Buchstaben hingegen mit nahezu gleicher Schreibgeschwindigkeit. Grofsen Schriftzeichen entspricht überall rasches, kleinen langsames Schreiben. Geschwindigkeit, Schreibweg und Druck nehmen in der Regel während des Schreibens zu, meist nicht mehr als um ein Drittel des Anfangswerthes. (Als Schreibweg bezeichnet Verf. den bei Ausführung einer Schreibbewegung zurückgelegten Weg.) Im Gegensatze hierzu zeigt sich bei Beginn des Rechnens eine Verlangsamung und Verkürzung der Bewegung, sowie eine Herabdrückung der Kraft. Die Gesammtdauer der Zahlen ist für alle Versuchspersonen „von einer verblüffenden Gleichmäfsigkeit“. Hingegen zeigt die Dauer der Pausen beträchtliche individuelle Unterschiede.

Die folgenden Versuche bezogen sich auf 17 an depressiv-manischem (circulärem) Irresein leidende Kranke. Bei den drei untersuchten s t u p o r ö s e n K r a n k e n war die Dauer aller Schriftzeichen durchweg vergröfsert. Die Schriftzeichen sind meist klein, der Druck ist unternormal, Haar- und Schattenstriche sind nicht ausgeprägt. Die Rechenfähigkeit kann in hohem Grade — bis zu völligem Versagen — beeinträchtigt sein. Bei m a n i s c h e n K r a n k e n zeigte sich die Dauer der untersuchten Schriftzeichen annähernd normal. An der Form derselben ist neben ihrer Gröfse die uncorrecte Ausführung auffallend. Der Ablauf der Schreibbewegung entspricht dem unsteten Wesen der Patienten. Während sich in der Ausführung der Schriftzeichen zunehmende Erregung ausprägte, wirkte beim Rechnen der Zwang, sich geistig zu beschäftigen, hemmend. Als s t u p o r ö s - m a n i s c h e K r a n k e bezeichnet Verf. alle jene, „bei denen sich die Symptome manischer Erregung mit denen der Depression oder der Hemmung in irgend welcher Combination zusammengesellen“. In Bezug auf Dauer und Geschwindigkeit der Schriftzeichen schliefsen sich die erwähnten Kranken vorwiegend an die Stuporösen an. Die Zahlengröfse ist jedoch im Allgemeinen der Norm entsprechend. Die Bezeichnung der stuporös-manischen Form als „Mischzustand“ erscheint auch nach den Schriftversuchen insofern berechtigt, als sich die Merkmale des manischen und des stuporösen Zustandes in mannigfacher Weise verbinden. Die Rechenleistung ist bei keiner der untersuchten Personen als gut zu bezeichnen.

Bei Remissionen in der Manie läfst sich eine Reihe von Zeichen fortbestehender Erregung nachweisen. Gemeinsam ist allen Remissionen eine mehr oder weniger erhebliche psychomotorische Hemmung, mit der sich eine Erschwerung des elementaren Denkens verbinden kann.

Die Untersuchungen an katatonischen Kranken wurden sehr erschwert durch den für den Zustand charakteristischen Negativismus, das Widerstreben gegen jeden Versuch, das Handeln des Kranken in eine bestimmte Richtung zu lenken. Die Zahl der vollständigen Versuche ist daher verhältnifsmäfsig gering. Die Ungleichartigkeit der gefundenen Werthe für

dieselben Bewegungsfunctionen einer Versuchsperson ist kennzeichnend für den katatonischen Zustand. Da demnach bei einer Versuchsperson die in der Schrift sich ausprägenden Symptome sehr variabel sind, so ist die Zusammenfassung der Ergebnisse für sämmtliche Versuchspersonen in den Stadien des Stupors, der Erregung und der Remission nur in den allgemeinsten Zügen möglich.

Zum Schlusse der Abhandlung bespricht Verf. die klinische Verwerthung der Versuchsergebnisse. Der Mehrzahl der gesunden Personen entspricht ein mittlerer Schreibtypus; jeder Gesunde hat eine charakteristische Art des Ablaufes der Schreibbewegung, die sich in deutlich erkennbaren Eigenthümlichkeiten seiner Druckcurven äufsert. Als gemeinsame Wirkung jeder Psychose mit schweren psychomotorischen Störungen läfst sich Zerstörung der Individualität in der Schrift und Ersetzung der individuellen Merkmale durch pathologische Eigenthümlichkeiten feststellen. Die gleiche psychische Störung verleiht verschiedenen Personen gemeinsame Eigenschaften ihrer Schreibbewegungen, ähnliche Drucklinien. Verschiedene psychische Störungen bei der gleichen Person haben zur Folge, dafs die Schreibthätigkeit zu verschiedenen Zeiten in verschiedener Weise ausgeübt wird. Die Beobachtung der Schreibthätigkeit Geisteskranker ergiebt daher exacte klinische Merkmale für die oben angeführten Psychosen.

Theodor Heller (Wien).

Hermann Gutzmann. **Die Sprachphysiologie als Grundlage der wissenschaftlichen Sprachheilkunde.** *Berliner Klinik. Sammlung klinischer Vorträge.* Fischer's med. Buchhandlung, H. Kornfeld, 1898. 19 S.

Verf. weist die mannigfachen Irrthümer nach, welche die Sprachheilkunde bis in die letzten Jahrzehnte beherrschten. Die hierdurch bedingten Mifserfolge haben das Vertrauen zu ersterer derart erschüttert, dafs sich die moderne Richtung der Sprachheilkunde nur langsam Bahn brechen kann. Diese hält sich aber von allen unerwiesenen Hypothesen fern und beruht lediglich auf der Sprachphysiologie, deren Bedeutung für die Therapie und die Hygiene der Sprache Verf. eingehend würdigt.

Theodor Heller (Wien).

---

v. Renterghem. **Ein interessanter Fall von spontanem Somnambulismus.** *Zeitschrift f. Hypn.* Bd. 7, S. 329—336. 1898.

Ein bisher körperlich und geistig ganz gesunder Landarzt wird aus dem Nachmittagsschlaf zu einer Entbindung gerufen. Er nimmt die nöthigen Instrumente mit, bringt mit grofser Mühe das erwartete Kind zur Welt, arbeitet lange Zeit, um letzteres, das asphyktisch war, wieder zum Leben zu befördern, kommt nach einigen Stunden wieder nach Hause, schläft etwas, — und hat nach dem Erwachen keine Erinnerung mehr für die ganze Zeit, nachdem er sein Haus verlassen! Danach war der alte Herr wieder ganz gesund! — Umpfenbach.

Krafft-Ebing. **Arbeiten aus dem Gesammtgebiet der Psychiatrie und Neuropathologie.** Heft 3. Leipzig, Ambrosius Barth, 1898. 245 S.

Das jetzt vorliegende Heft der Sammlung enthält unter Anderem die Arbeiten über Dämmer- und Traumzustände, wie sie auf epileptischer, neurasthenischer, und alkoholistischer Basis vorkommen, — Zustände, welche von jeher das allgemeinste Interesse erregt haben.

Umpfenbach.

Dieckhoff. **Die Psychosen bei psychopathisch Minderwerthigen.** *Allgem. Zeitschrift für Psychiatrie* Bd. 55, Heft 3. 1898.

D. weist zunächst hin auf den Unterschied zwischen erblicher Belastung und der Entartung im engeren Sinne oder der psychopathischen Minderwerthigkeit (Koch), und bemerkt mit Recht, dafs vielfach der psychische Zustand, wie er vor Eintritt der Psychose vorhanden war, nicht genügend beachtet und der gegenseitige Einflufs zwischen psychopathischer Minderwerthigkeit und Psychose zu wenig gewürdigt wird. D. hat sein Material aus der Kahlbaum'schen Klinik. Er kommt zum Schlufs: dafs die sog. idiopathischen Psychosen bei den psychopathisch Minderwerthigen manche Abnormität des Verlaufes und der Symptome zeigen, die in der Regel dem Grade der psychopathischem Minderwerthigkeit entsprechen und zum Theil von der Art der präexistirenden Minderwerthigkeit abhängig sind. Bei den psychopathisch Minderwerthigen besteht in erhöhtem Maafse die Gefahr der Wiedererkrankung. Einige Psychosen beruhen ganz oder zum Theil auf der Weiterentwickelung psychopathischer Minderwerthigkeit.

Umpfenbach.

Löwenfeld. **Weitere Beiträge zur Lehre von den psychischen Zwangszuständen.** *Archiv für Psychiatrie* 30. Bd., S. 679—721. 1898.

L. beginnt mit den Zwangsempfindungen, die er ihrem Inhalt nach in zwei Gruppen sondert: a) in solche, welche sich auf äufsere Objecte, und b) solche, die sich auf den eigenen Körper, und zwar entweder auf den Zustand des Gesammtkörpers oder die einzelnen Theile desselben beziehen. Die Zwangsempfindungen ersterer Kategorie sind erheblich seltener als die letzterer. Es folgen dann dahin gehörige Krankengeschichten. Z. B. ein Herr glaubt, sobald er einen spitzen oder eckigen Gegenstand so nebenbei sieht, dafs derselbe sich bewegt und ihm ins Auge hineinfährt. Ein Anderer glaubt zu sehen, wie die Zimmerwände sich nähern und auf ihn stürzen. Wieder Andere haben die Empfindung, dafs fremde, erblickte Gegenstände sich vergröfsern oder verkleinern. Eine acustische Zwangsempfindung hatte eine Dame, der es auf der Strafse immer so war, als ob sie ein Pferd hinter sich angalloppiren höre, dafs sie ausweichen müsse! Zwangsempfindungen der zweiten Kategorie treten meist in der Form des Fliegens, Gehobenwerdens, Schwebens und Versinkens ein, — oder die Betreffenden haben die Empfindung, dafs ihr Körper immer mehr zusammenschrumpft, oder einzelne Theile desselben, z. B. der Kopf immer gröfser, die Arme immer kleiner werden. Noch unangenehmer ist die Empfindung, dafs die eine Körperhälfte kleiner als die andere geworden ist, der Körper also beim Gehen etc. schief ist! Wieder Andere haben die Empfindung, dafs innere Organe, z. B. das Herz, immer gröfser werden! —

Die Zwangsempfindung unterscheidet sich von der Zwangsvorstellung, dafs bei derselben wenigstens primär der Anschein vorhanden ist, als sei dieselbe durch einen äufseren correspondirenden Reiz ausgelöst, als handle es sich gewissermaafsen um eine Wahrnehmung. Die sinnliche Stärke der Zwangsempfindung reicht zumeist nicht an die sinnliche Intensität der Wahrnehmung heran. Das Zwangsempfinden wird meist von vornherein in seinem Zwange, seiner Fremdartigkeit und Unzutreffenheit erkannt, — aber nicht immer. — Bei der ersten Gruppe der Zwangsempfindungen führt eine primär vorhandene durch äufsere Eindrücke oder innere Vorgänge hervorgerufene Sensation zur Auslösung der Zwangsempfindung. Zum Theil handelt es sich auch um Accommodationsstörungen. In manchen Fällen zieht eine Zwangsempfindung quasi durch Induction weitere Zwangsempfindungen nach sich. — Bei der zweiten Gruppe von Zwangsempfindungen werden durch eine primär vorhandene Zwangsvorstellung die entsprechenden Empfindungen in mehr oder minder lebhafter Weise ausgelöst.

Zwangsempfindungen kommen vor bald bei Personen, welche noch sonstige Zwangsphänomene haben, — oder auch für sich. Man trifft sie auch im Kindesalter im Anschlufs an Anfälle, Migräne, psychische Traumen, sowie als Theilerscheinungen von Angstkrisen. —

L. bringt dann eine Reihe von Beobachtungen, aus denen das Vorkommen von Hallucinationen, welche den Charakter von Zwangsphänomenen aufweisen, bestätigt wird. Meistens handelt es sich dabei um Gesichtshallucinationen, dann Gehörshallucinationen, selten um Geruchshallucinationen. Oft entsprechen die Hallucinationen inhaltlich den vorhandenen Zwangsvorstellungen.

Zum Schlufs liefert L. einen neuen Fall zur Casuistik der Zwangsaffecte. Ein junger Mediciner erblickt eine durchaus nicht appetiterregende Kellnerin, und wird sofort von unwiderstehlicher Liebe zu ihr erfüllt, die auch anhält, als das Mädchen sofort wieder verschwindet. Die Sehnsucht nach dem verschwundenen Mädchen macht den jungen Mann für lange Zeit zu jeder anderen Beschäftigung, z. B. das Examen, unbrauchbar. Dabei mischte sich Eifersucht. Schliefslich wurde der Zustand des Mannes durch Hypnose gebessert. Als Kriterien, dafs man die hier in Betracht kommenden Zustände als pathologische ansprechen mufs, sind nach L.: 1. Aufsergewöhnliches Mifsverhältnifs zwischen der Gröfse des Affectes (der Reizung) und der Qualität des auslösenden Objectes; 2. gänzliche und andauernde Unbeeinflufsbarkeit des Affectes durch irgendwelche vernunftgemäfse Vorstellungen; 3. unter Umständen auch Krankheitseinsicht. —

Umpfenbach.

Sullivan. **Alcoholism and Suicidal Impulses.** *Journ. of Ment. Sc.* **44**, 259—271. 1898.

S. constatirte in Liverpool unter 142 Selbstmordcandidaten, die er in Behandlung bekam (in 9 Monaten) 110 Alkoholisten, also 77,5%. 54 Männer und 56 Weiber! In England rechnet man von allen Selbstmorden 12% dem Alkohol zur Last. Von 6146 im Laufe des Jahres wegen Trunkenheit Verhafteten hatten 1,4% Selbstmord verüben wollen. Unter den 110 Selbst-

mordcandidaten waren im Augenblick der That 23 nüchtern, 87 mehr oder weniger betrunken, bei 33 war die Erinnerung erhalten. Nach der Lebensdauer stellten die Jahre 25–35 das Hauptcontingent bei beiden Geschlechtern, während sonst in England das Maximum der Selbstmorde bei den Männern in die Jahre 45—55, bei den Frauen 35—45 fällt. Im Uebrigen kommt S. zu folgenden Schlüssen: Die Selbstmordneigung entsteht fast immer erst bei chronischen Alkoholisten. Der Versuch wird meist in einem Stadium der Trunkenheit gemacht. In der gröfseren Mehrzahl der Fälle besteht hinterher Amnesie. Die Alkoholisten, die zu Selbstmord neigen, sind meist schon geistig geschwächt, namentlich in der gemüthlichen Sphäre, ihre Persönlichkeit ist mehr oder weniger bereits eine andere geworden, — daher auch die Neigung zum Selbstmord. Zu dieser Aenderung der Persönlichkeit trägt bei die degenerative Wirkung des Alkohols auf alle Körperorgane, namentlich die Generationswerkzeuge, vor Allem bei dem weiblichen Geschlecht. — UMPFENBACH.

KÖPPEN. **Ueber Gehirnkrankheiten der ersten Lebensperioden, als Beitrag zur Lehre vom Idiotismus.** *Archiv für Psychiatr.* 30. Bd., S. 896—906. 1898.

K. untersuchte das Gehirn eines drei Monate nach der Geburt gestorbenen Kindes, das zeitlebens an Krämpfen gelitten hatte. Die Section ergab über beiden Hinterhauptslappen ein zum Theil noch aus flüssigem Blut bestehendes subdurales Hämatom. Die unter demselben gelegenen Hirntheile waren stark comprimirt, und wie das Mikroskop dann lehrte, histologisch sehr verändert. Auf letzteren Befund hier einzugehen, ist nicht der Ort. Das Hämatom war, wie man annehmen mufs, die Folge der verzögerten Geburt oder zu enger Geburtswege. Der Druck, welchen das Hämatom auf das Gehirn ausübte, wird wahrscheinlich die Veränderungen in den betr. Hirntheilen verursacht haben. Aehnlichen Befund hat KÖPPEN früher bereits in einem anderen Fall beschrieben (*Archiv* Bd. 28), wo das betr. Individuum bis zum 15. Jahre am Leben blieb, wenn es auch schwachsinnig war. Danach wäre in manchen Fällen anzunehmen, dafs die Idiotie indirect verursacht wird durch Schädlichkeiten, die der kindliche Schädel bei der Geburt erleidet. UMPFENBACH.

S. DE SANCTIS. **Contributo alla conoscenza della Processomania. (Storia di una famiglia degenerata.)** *Riv. Speriment. di Fren.* XXIV (2) S. 350—374. 1898.

In dem Beitrag zur Kenntnifs der Processirsucht erläutert der Verf. an dem Beispiel der Geschichte einer degenerirten Familie die psychischen Zustände der an sogen. Querulantenwahnsinn Leidenden. Das Queruliren, der Ausdruck einer unbefriedigten Gemüthsverfassung, ist ein in mehr oder minder pathologischen Zuständen allerlei Art, insbesondere bei Hysterischen und bei Personen mit beschränktem Gesichtskreise, häufiges Vorkommnifs. Anfangs noch im Bereiche der sogen. physiologischen Breite werden vorgefafste Meinungen, vor Allem solche, die den Schein des Rechtes oder der Billigkeit an sich tragen, durch die ihnen entgegentretenden Hindernisse und Abweisungen zu Zwangsideen, die mit der Zähigkeit fanatischen Glaubens an sich

selber festgehalten, die Belehrungen und triftigsten Gegengründe von Gesetzeskundigen und Behörden für den Ausdruck des Uebelwollens und der Feindseligkeit ansehen, dazu bestimmt die Wahrheit zu ersticken und das Recht zu verdrehen.

Auf dieser Bahn ist es ein Leichtes, dafs sich ein regelrechter Verfolgungswahn mit allen seinen Consequenzen aus einem noch ziemlich gesunden Zustande entwickelt. Einerseits ergiebt sich aus dem Vertrauen und Trotzen auf vermeintliches Recht die Sucht des Processirens, andererseits aus dem Mifstrauen und zur Abwehr gegen vermeintliche Feinde die des Denunzirens. — Sind die betr. Individuen erblich belastet, ausgesprochen imbecill oder an chronischem Wahnsinn leidend, so ist ihr Queruliren als Ausflufs (Episode) ihres Zustandes von vornherein zu erklären und von einem eigentlichen Querulantenwahnsinn nicht zu sprechen, wohl aber wenn jenes nicht der Fall ist. — In dieser Weise scheint sich der Verf. die verschiedenen Ansichten der Autoren über die Procefswuth zurecht zu legen.

Er glaubt indes, dafs in den Mittheilungen, insbesondere den Krankengeschichten, über die Sache noch beträchtliche Lücken sich befinden, namentlich vom Gesichtspunkt der Erblichkeit aus, auf die Guicciardini neuerlich (1897) aufmerksam gemacht hat. G. spricht sich dahin aus, dafs die Processomanie eher den Charakter zwangsmäfsiger Impulsivität als den des Verfolgungswahnsinns trage. Die vom Verf. vorgetragene Familiengeschichte scheint diese Gesichtspunkte allerdings, wenigstens theilweise, zu bestätigen.

Aus der Vorgeschichte der Familie soll sich die Herausbildung des speciellen Charakters derselben erklären — ein Umstand, der wie das betr. „Milieu“ bei der Beschreibung psychopathischer Fälle noch zu wenig beachtet werde. So erfährt man, dafs die in einem weltverlassenen Gebirgsdorfe seit mehr als einem Jahrhundert unter dem Druck eines Feudalherrn ansässige Familie plötzlich aus Hörigen zu freiem Eigenthum und verhältnifsmäfsigem Wohlstand und in Folge dessen zu Anmaafsungen und einer Art hoffärtigen Gröfsenwahns gelangt sind. Bei den zwei Ersten, die in das Licht der Geschichte eintreten, sind denn auch die entsprechenden Leidenschaften und Laster, die in den übrigen 15 Gliedern des mitgetheilten Stammbaumes hervortreten, schon hinlänglich entwickelt. Die Gebrüder Francesco und Giacomo (Mönch) sind hochmüthig, habsüchtig, abergläubisch, halbimbecill. Von Francesco's drei Kindern ist die Tochter Rita imbecill, ein Sohn und eine Tochter der letzteren desgleichen, ein Sohn streitsüchtig und unmoralisch, nur eine Tochter normal (?). Francesco's ältester Sohn Filippo, ein Dieb, der seinen Bruder, den streitsüchtigen, halbimbecillen und geizigen Priester Valeriano bestiehlt, ist abergläubisch, erotisch, Processomane. Mit seiner ihm ebenbürtigen Frau, einer lügnerischen, geizigen Diebin, hat er drei Söhne und zwei Töchter. Zwei der Söhne sind streitsüchtig und Diebe, der eine davon epileptisch, der dritte (Gordiano) Processomane und Mystiker und glaubt sich verfolgt, halbimbecill, von den zwei Töchtern die kinderlose Rosa imbecill, procefssüchtig und diebisch; die andere habsüchtig und eitel. — Von den drei Kindern der Söhne ist eine Tochter neuro-

pathisch, unmoralisch, ein Sohn imbecill. — Wie sich aus dieser Liste ergiebt, ist nicht übertriebenes Rechtsgefühl, sondern Habsucht (sentimento esagerato della proprietà) der Grundzug im Charakter dieser netten Familie, der sie zu zahlreichen Processen unter einander und mit Fremden verführte. — An Degenerationszeichen fand der Verf. abgesehen von manchen weniger auffälligen:

1. Grofsknochigen Körperbau, — plumpe Hände und Füfse.
2. Rinnenähnlich eingedrücktes Brustbein in drei Fällen.
3. Weitläufige Zahnstellung und frühzeitiges Ausfallen der Zähne wie bei Epileptischen und Idioten häufig.
4. Myopie — in vier Fällen.
5. Unangenehme zischende Stimme bei fast allen Familiengliedern.
6. Unreinlichkeit an Körper und Kleidung.

Als psychische Stigmata der Familie sind neben der Verstandesschwäche der moralische Mangel, die Scham- und Pietätlosigkeit hervorzuheben, die sich in ihren häuslichen und bürgerlichen Verhältnissen, namentlich in Bezug auf das Mein und Dein kundgaben, vergesellschaftet mit dem krassesten Bigottismus und Aberglauben. Die Neigungen der Familie zeigen sich nicht als extrasocial wie es bei Idioten (nach Sollier) der Fall ist, sondern als antisocial wie bei Imbecillen, merkwürdigerweise aber meist in Bezug auf das Eigenthum; unter den zahllosen Processen, in die sie verwickelt war, spielten Attentate auf die Person keine Rolle. Lügen, Trügen, Stehlen bilden den Hauptinhalt ihrer Rechtsstreitigkeiten.

Vor Allem aber ist es der zänkische, rechthaberische Sinn, die von den Stammvätern ererbte Streitsucht, die in unaufhörlichen Erbschaftsstreitigkeiten zum Ausdruck kam und den Ruin mancher Vermögen nach sich zog.

Um ein Bild der moralischen Verkommenheit der Familie zu geben, werden einige charakteristische Züge aus ihrer Geschichte genügen. Rita, die bis zu ihrer Verheirathung mit ihrem Vater Francesco (er wurde 85 Jahre alt) in Einem Bett schlief, führte gegen ihren Bruder Filippo einen Erbschaftsstreit, der erst nach 34 Jahren durch Vergleich endete. — Derselbe Filippo hatte seinem Bruder Don Valeriano in der Beichte bekannt, dafs er ihn um 400 Skudi bestohlen habe und drohte ihm mit Anzeige beim Bischof, wenn er das Beichtgeheimnifs verrathe. — Eine unvergefsliche Gerichtsscene gab es, sagt der Verf., als der 70jährige Filippo den Männern zweier Frauen, die ihm auf Anrathen seines Arztes, ihre Milch von der Brust hatten trinken lassen, den stipulirten Ammenlohn abstreiten wollte. — Seine Tochter Rosa — ein häfsliches Mannweib — processirte gegen ihn, gegen ihren ersten und zweiten Mann, gegen den Ortspfarrer und ihre Brüder; die letzteren übrigens auch unter sich. Leonardo's Procefs gegen seinen Vater dauerte 3—4 Jahre. Am ausgeprägtesten aber war die Procefswuth bei Gordiano, der nach eigener Angabe mindestens 20 Civil- und Criminalklagen durchfocht und aufserdem in fremde Streitsachen sich einmischte, da er sich einbildete, dafs an ihm ein Advokat verloren gegangen sei. Dabei glaubte er überall von der Camorra verfolgt zu werden und schöpfte seine mystischen Vorstellungen von einem Planeten, unter dessen Schutz er stehe, aus Traumbüchern und

Prophezeiungen seines Oheims, des imbecillen Priesters Valeriano. Im Dorfe, wo der Träumer, der trotz aller Vorgänge einige Mal Aemter bekleidete, wohnte, glaubte man, er sei mit dem „bösen Blick" behaftet, Andere sahen in ihm einen Narren und der Verf. einen ausgesprochenen Paranoiker. — FRAENKEL.

GUSTAVO TOSTI. **Social Psychology and Sociology.** *Psychol. Review* V (4), S. 347 bis 361. 1898.

L. WINIARSKI. **Essai sur la mécanique sociale.** *Revue philos.* Bd. 45, Nr. 4, S. 351—386. 1898.

Dafs die moderne Sociologie über ihre eigenen Ziele noch im Unklaren ist, beweist am besten der Umstand, dafs ihre Arbeiter in der Mehrzahl methodologische Polemiken oder neue Vorschläge enthalten. Der kleine Aufsatz TOSTI's führt uns mitten in eine solche methodologische Debatte hinein. Es handelt sich um eine Gebietsabgrenzung zwischen der Sociologie und der sogenannten „socialen Psychologie", von der man in England und Amerika mehr spricht als in Deutschland. Die TOSTI'sche und wohl auch jede andere Scheidung scheint uns müfsig, da immer die Objecte beider Wissenschaften in Wechselwirkung stehen werden. TOSTI will die Psychologie genau auf die Bewufstseinsvorgänge des Individuums einschränken, die sociale Psychologie hätte dann mit den socialen Factoren nur insofern zu thun, als sie das Individuum beeinflussen. Dabei wird, gut spencerisch, eine phylogenetische und eine ontogenetische Beeinflussung unterschieden. Der Sociologie bleibt dann die Aufgabe, die Wechselwirkung der also erforschten Individuen zu erforschen. Man sieht ohne Weiteres, wie gewaltsam diese theoretische Scheidung in praxi sein würde.

Der Versuch WINIARSKI's verdient eine genauere Betrachtung. An die Anwendung der Mathematik in der — auch nicht experimentellen — Psychologie ist man heute genugsam gewöhnt, Niemand wird sich mehr principiell skeptisch dagegen verhalten. Neu aber ist, dafs W. auch in der Sociologie alles Heil von der Mathematik und nur von ihr erwartet. Dagegen ist zu sagen, dafs wenigstens von seiner mathematischen Methode der Sociologie wenig Heil erwachsen wird. Während er — z. Th. mit Recht — die biologische Methode tadelt, weil sie ihre Schlufsfolgerungen anstatt aus Thatsachen aus einem blofsen Gleichnifs ableite, verfällt er selber nur noch ärger in den gleichen Fehler. Er wendet die exacteste aller Methoden auf Objecte an, die sich zwar gleichnifsweise, nicht aber exact so zu einander verhalten, wie die mathematischen Formeln voraussetzen. Damit wird alle Exactheit natürlich illusorisch. Egoismus und Altruismus z. B. sollen sich zu einander verhalten, wie Abstofsung und Anziehung. Gleichnifsweise ist das richtig, mathematisch ist es falsch, weil zwei gleich grofse Quanta Egoismus und Altruismus sich nirgends in der Welt gegenseitig aufheben, wie es die mathemathischen Formeln doch verlangen. Die Anwendung von plus und minus ist also sinnlos, solange man nicht den Gebrauch des Wortes Altruismus einschränkt auf ein Streben, Anderen zu nützen, das nur durch Preisgebung eines gleich grofsen Eigennutzes, denjenigen des Wortes Egoismus auf ein Streben nach

eigenem Nutzen, das nur auf Kosten gleich grofser Interessen Anderer verwirklicht werden kann. Das ganze Gleichnifs vom Gleichgewicht, das hier zu Grunde liegt, ist eben auch — nur ein Gleichnifs. Ebenso unbewiesen ist die zweite Voraussetzung W.'s, dafs alle die von ihm angesetzten Theilsysteme von Gefühlen, nämlich die Systeme wirthschaftlicher, politischer, juristischer, ethischer, ästhetischer, religiöser und endlich intellectueller Gefühle, sowohl innerhalb jedes Individuums, wie auch innerhalb der gesammten Gesellschaft nach einem Gleichgewichtszustande streben, welch letzterer unter der Bedingung mit dem „objectiven" Glücksmaximum der Gesammtheit zusammenfalle, dafs jedem Individuum völlige Wirkensfreiheit gewährt werde. Nach dieser Hypothese vom objectiven Glücksmaximum der Gesammtheit erscheint z. B. dem Verf. die Monarchie als „Monopol", unbegrenzte Ehescheidungsfreiheit als Idealzustand u. dgl. Recht oberflächlich werden in einem Abschnitt über „Umsetzung der socialen Energie" alle socialen Phänomene aus dem Hunger und der Geschlechtsliebe abgeleitet. Trotz all dieser Mängel, und obwohl die mathematischen Formeln im wörtlichen Sinne eigentlich falsch sein dürften, bergen sie dennoch gewisse gleichsam formale Wahrheiten über sociales Geschehen, die zwar nicht neu sind, sich aber durch ihre Universalität vortheilhaft vor der Einseitigkeit der meisten Sociologen auszeichnen. Die Arbeit wird dadurch eine wenn auch nur abstracte Zusammenfassung der Richtungen Spencer's, Gidding's, Dühring's, Tarde's, sowie der eigentlichen Nationalökonomen.

M. Riess (München).

Ueber geometrisch-optische Täuschung.

Von

W. von Zehender.

(Mit 14 Fig.)

Einleitung.

Es mag in doppelter Beziehung gewagt erscheinen auf die sogenannten optisch - geometrischen Täuschungen zurückzukommen; einestheils deswegen, weil diese Frage schon oftmals Gegenstand gründlicher Untersuchung von Seiten competentester Autoren gewesen ist, anderentheils deswegen, weil zu befürchten steht, die Geduld der Leser möge, durch die berechtigte Annahme, dafs etwas Neues nicht leicht vorgebracht werden kann, bereits erschöpft sein. — Dennoch möchten wir versuchen die Aufmerksamkeit derjenigen Leser, die sich für diese Frage besonders interessiren auf die „Physiologischen Untersuchungen im Gebiete der Optik" von A. W. Volkmann (1864) hinzulenken, die, unseres Wissens, zur Erklärung der hier in Rede stehenden Phänomene noch nicht verwerthet worden sind.

Volkmann hat bekanntlich durch zahlreiche, sehr genaue Messungen festgestellt, dafs in jedem einzelnen Auge die scheinbare Horizontal - Richtung nicht genau mit dem wahren Horizont übereinstimmt, und dafs, in entsprechender Weise, auch die scheinbare Vertical - Richtung von der wahren Verticalen abweicht. Wir sind der Meinung, dafs diese zweifellos festgestellte Thatsache dazu dienen könne, wenigstens einen Theil der sogenannten Täuschungen in befriedigender Weise zu erklären.

Indem wir diese Frage noch einmal in Angriff nehmen, finden wir uns den hochinteressanten Arbeiten von Lipps gegenüber in einem Gegensatz ganz eigener Art. — Wir wünschen, soweit irgend thunlich, auf unserem physiologisch-anatomischen

Standpunkte stehen zu bleiben, und Lipps behauptet sich ebenso unentwegt auf seinem raumästhetisch-psychologischen Standpunkte.

Lipps sucht die geometrisch-optischen Täuschungen „abzuleiten" von imaginären Kräften, die wohl geeignet sein könnten die Täuschung zu bewirken wenn sie realiter da wären; sie sind aber nur da in der Imagination, und können deshalb über den wirklichen Sachverhalt keine Auskunft geben. — Allerdings wurzeln diese imaginären Kräfte in den realen Kräften der Natur, und besonders in der, alles Körperliche durchdringenden, realen Kraft der Schwere. — Die Naturkräfte sind aber nicht frei für sich bestehende, unabhängig von einander wirkende Kräfte, die man „wirkend und gegenwirkend" anbringen kann wo und wie man will; sie stehen unter sich in unlösbarem Zusammenhange.

Lipps beginnt seine Abhandlung über „Raumästhetik und geometrisch-optische Täuschungen" mit einem höchst charakteristischen Beispiel. Er sagt:

„Die Dorische Säule richtet sich auf". Wir müssen hierauf entgegnen: nein — die Säule richtet sich nicht auf aus eigener Kraft; sie wird aufgerichtet von Menschenhänden und bleibt — vermöge des Gesetzes der Schwere — so lange aufgerichtet stehen, bis ihre Gleichgewichtslage durch anderweitige Kräfte gestört und ihr Schwerpunkt über die Grenzen ihres Fufspunktes hinausgerückt wird. Alsdann fällt sie unfehlbar zu Boden, und bleibt bis auf Weiteres am Boden liegen. Durch ihre „eigentliche Thätigkeit" kann sie sich nicht wieder emporrichten; sie kann nicht „die Schwere überwinden"; eine „gegen die Schwere gerichtete Thätigkeit" besitzt sie nicht. Wohl aber kann die menschliche Phantasie, der Säule und jedem anderen leblosen Dinge, Leben und Lebenskraft einhauchen, ähnlich wie Minerva einst dem aus Thon und Wasser geformten Menschen des Prometheus Leben eingehaucht hat. — Beides existirt jedoch nur im Gedankenleben des Menschen; nicht in realer Wirklichkeit.

Nach Lipps bewegen sich alle Linien und alle linearen Raumformen „aus eigener innerer Thätigkeit" und „durch Wirkung eigener innerer Kräfte"; sie nöthigen dadurch den Beschauer das zu sehen, was als Folge solcher Bewegung noth-

wendigerweise erscheinen müfste. Nach LIPPS haben wir es „durch Erfahrung dahin gebracht, dafs wir keine Linie sehen können, ohne in ihr eine Bewegung denken zu können".

Es wird nöthig sein daran zu erinnern, dafs hier fast ausschliefslich nur von Zeichnungen (von geometrischen Figuren) die Rede ist; d. h. von verschieden geformten Linien in der Ebene eines Papiers, die — ganz nach Analogie unserer Buchstabenschrift — etwas Anderes bedeuten können als das was sie, physikalisch genommen, sind. — LIPPS überträgt aber die Gedanken-Bewegungen des Zeichners unmittelbar auf die Zeichnung selbst, und läfst sie durch die Zeichnung auf den Beschauer mittelbar dergestalt zurückwirken, dafs dieser, das was er sieht, anders sieht als es in Wirklichkeit ist, und zwar, nicht blos mit seiner Einbildungskraft, sondern mit seinen leiblichen physischen Augen. Der „krafterfüllte Raum" nimmt die Sinne des Beschauers vollständig gefangen. — Die Linien bleiben nicht mehr in der Ebene des Papiers; sie richten sich empor, sie strecken und recken sich, sie erweitern und verbreitern sich, sie ziehen sich ein und bauchen sich aus — kurz sie leben und regen und bewegen sich aus eigener Kraft nach allen Dimensionen des Raumes!

Eine Zeichnung in der Ebene des Papiers, die aus der Ebene des Papiers heraustritt, ist dadurch allein schon eine grofsartige Täuschung! Wir haben uns aber an diese (perspektivische) Täuschung so vollständig gewöhnt, dafs wir sie gar nicht mehr als solche gelten lassen. Auch die täuschende Wirkung einer Brille, oder eines Spiegels, oder eines Fernrohres oder eines Mikroskopes lassen wir kaum noch als Täuschung gelten, weil wir die Gesetze kennen, nach denen sich die Täuschung vollzieht; damit zugleich verschwindet der täuschende Zauber; die Täuschung wird nun nicht mehr Täuschung genannt; sie ist klar verstandene optische Nothwendigkeit geworden.

Der Zeichner beabsichtigt aber zu täuschen; er will seine künstlerischen Ideen versinnlichen; er will die erfahrungsmäfsig gewonnene Fähigkeit „in jeder Linie eine Bewegung denken zu können" benutzen um den Gedanken der Bewegung da zu erregen, wo kein Gedanke von Bewegung ist. Und der beschauende Kunstfreund — weit entfernt nach den Ursachen der Täuschung zu fragen — wünscht seinerseits nichts

sehnlicher als durch die Werke der Kunst recht gründlich getäuscht zu werden. Gerade darin findet er seinen höchsten Genufs, seine gröfste Befriedigung.

Dieser künstlerische Standpunkt — wer möchte das wohl bestreiten! — ist voll und ganz berechtigt; er verdient und geniefst mit vollstem Rechte die allseitigste und weitverbreitetste Anerkennung — es ist aber nicht unser Standpunkt!

Wir, die wir an exacte Messung gewöhnt sind, stehen auf dem Boden täuschungsfremder Natur-Wirklichkeit; wir wünschen nicht uns täuschen zu lassen; wir wünschen im Gegentheil den prosaischen Ursachen täuschender Erscheinungen nachzuspüren, soweit es dem menschlichen Erkennen erlaubt ist; wir möchten gerne sehr genau wissen wie das Leben und „das Geschehen“ im Inneren unseres Auges sich vollzieht; ganz besonders dann, wenn von Täuschungen die Rede ist.

Das menschliche Auge ist oft, und mit vollem Recht, mit einem photographischen Apparat verglichen worden. Ohne Zweifel hat die empfindliche Platte des Photographen grofse Aehnlichkeit mit der Netzhaut des Auges, wenn auch die chemischen Vorgänge verschiedener Art sind. An und für sich betrachtet kann Aehnliches in jedem chemischen oder physikalischen Laboratorium ausgeführt werden. — Physikalisch verschieden sind beide Vorgänge besonders dadurch, dafs die Netzhaut für neue Bilder jederzeit empfänglich bleibt, wobei die alten Bilder von ihrer Fläche zwar verschwinden, aber in der Vorstellung und im Gedächtnifs unbeschränkt lange Zeit festgehalten und aufbewahrt werden können. — Der höhere Unterschied besteht aber darin, dafs das Auge mit sammt seiner Netzhaut im Dienste der „Psyche“ steht. Das Netzhautbildchen ist nicht ebenso wie die Photographie, ein stabil gewordenes Werk des Sonnenlichtes. Mit dem Netzhautbildchen hat der Vorgang im lebendigen Auge seinen Abschlufs noch nicht erreicht; hier kommt noch ein „Etwas“ hinzu, welches von diesem Bildchen Notiz nimmt, und aus dem Bildchen die Beschaffenheit der Dinge der Aufsenwelt zu erforschen sich bemüht. Nicht dieses Bildchen selbst, sondern jenes „Etwas“ bringt der Seele Nachricht über das, was in der Aufsenwelt vorgeht und erklärt ihr die Bedeutung der Veränderungen, welche durch Einwirkung der Dinge der Aufsenwelt im Auge entstanden sind. — Ist dieses „Etwas“ — welches wir Vernunft nennen —

selbst noch nicht genügend unterrichtet, oder ist es nicht aufmerksam genug um die Netzhauteindrücke richtig zu verstehen, dann ist allerdings eine Täuschung der Seele, — als Folge falsch verstandener Sinneseindrücke — leicht möglich; nicht möglich ist aber, dafs unsere Sinne die empfangenen Eindrücke unrichtig empfangen oder unrichtig wiedergeben, denn ihre Wechselwirkung mit den auf sie einwirkenden Kräften der Aufsenwelt ist durch die unwandelbaren Gesetze der Natur ein für allemal festgelegt!

In diesem Sinne glauben wir sagen zu dürfen: „unsere Sinnesorgane täuschen uns nicht". — Das was uns täuscht ist Mifsverständnifs oder Unkenntnifs der Bedeutung unserer Sinneseindrücke. Nur die „psychische Energie" ist dem Irrthum unterworfen; sie darf deshalb auch nicht aus eigener Initiative sich zur Lehrmeisterin der Natur aufwerfen; sie mufs sich immer als lernbegierige Schülerin empfangener Sinneseindrücke bezeigen.

In diesem Sinne wünschen wir der Frage näher zu treten, ohne uns dem von Lipps eingenommenen Standpunkt anschliefsen zu können, aber auch ohne seiner Auffassungsweise uns entgegenstellen zu wollen.

Um den Umfang unserer Arbeit nicht über die erlaubten Grenzen zu erweitern haben wir auf Berücksichtigung der reichhaltigen Literatur fast gänzlich verzichtet. Vielleicht läfst sich diese Lücke durch eine spätere nachträgliche Bearbeitung einigermaafsen ausgleichen. Für heute müssen wir uns darauf beschränken nur die Namen einiger derjenigen Autoren (nebst Angabe der Jahreszahl) zu nennen, die sich besonders eingehend mit der hier zu besprechenden Frage beschäftigt haben.

Unseres Wissens ist J. Oppel in Frankfurt a. M. derjenige gewesen, der die ersten Beobachtungen (1854/55) veröffentlicht und überhaupt die Frage der geometrisch-optischen Täuschungen in Flufs gebracht hat. Ihm folgten: F. Zöllner (1860), Ewald Hering und Kundt (1861), F. C. Müller-Lyer (1889), Th. Lipps (1891/98), F. Auerbach (1894), Thierry (1895), Ernst Burmester (1896), G. Heymans, W. Einthoven und Hugo Münsterberg (1897), W. Filehne, W. Wundt und St. Witasek (1898) und einige Andere, deren Schriften nicht in unsere Hände gelangt sind.

Die noniusartige Verschiebung.

Die vorerwähnten A. W. Volkmann'schen Untersuchungen haben gezeigt, dafs die Sinnesempfindung des Horizontalen und des Verticalen in jedem einzelnen menschlichen Auge nicht genau mit der Wirklichkeit übereinstimmt, oder mit anderen Worten: dafs der sogen. verticale Meridian jedes einzelnen Auges nicht genau vertical steht.

Volkmann's Versuche wurden in folgender Weise ausgeführt:

Zwei Zeiger, deren jeder auf einer, mit genauer Kreistheilung versehenen Scheibe drehbar angebracht war, wurden in geeigneter Weise vor dem Beobachter aufgestellt. Der eine Zeiger — „der constante Diameter" — wurde beliebig eingestellt; von dem Beobachter wurde verlangt, er solle den anderen Zeiger — „den mobilen Diameter" — möglichst genau in parallele Richtung zum constanten Durchmesser bringen. Der Abweichungsfehler wurde „Kreuzungswinkel" genannt und konnte bis auf Zehntheile eines Grades an den Kreistheilungen abgelesen werden.[1]

Das allgemeine Ergebnifs dieser mühsamen und zeitraubenden Untersuchungen lautet:

„Die Diameter, welche parallel erscheinen, divergiren ohne Ausnahme nach oben."

Auf tabellarische Wiedergabe einiger Zahlenbefunde werden wir bei späterer Gelegenheit zurückkommen; hier mag es genügen zu bemerken, dafs der Kreuzungswinkel bei verticaler Stellung des „constanten Diameter" im Mittel von 60 Beobachtungen = 2,15° gefunden wurde. Bei schräger Einstellung fand sich der Kreuzungswinkel immer kleiner werdend, bis er, bei 90° einen niedrigsten Werth (= 0,43°) erreichte, um dann in annähernd gleichem Verhältnisse wieder zu steigen, bis er, bei 180° angelangt, zu derselben Kreuzwinkelstellung zurückkehrte, die er bei lothrechter Stellung des constanten Diameter (bei 0°) anfänglich inne hatte.

---

[1] Eine genauere Beschreibung des Verfahrens und des dazu benutzten Instrumentes, nach Volkmann's eigenen Worten, folgt im letzten Abschnitt (Nachträgliches).

Gestützt auf diese werthvollen Untersuchungen wollen wir versuchen, die von Poggendorff zuerst bemerkte und wohl auch von ihm zuerst so benannte „noniusartige Verschiebung" und einige verwandte Täuschungserscheinungen, einer genaueren Prüfung zu unterziehen.

Die oft reproducirte Täuschungsfigur der noniusartigen Verschiebung (Fig. 1), die wir als elementares Theilstück der Zöllner'schen und aller ähnlichen Täuschungsfiguren betrachten, setzen wir zwar als bekannt voraus, müssen sie hier jedoch, zur Vergleichung mit anderen Figuren, noch einmal reproduciren.

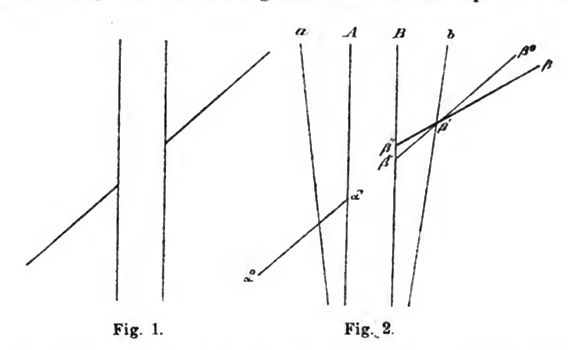


Fig. 1. Fig. 2.

In Worten ausgedrückt läfst sich die Poggendorff'sche Täuschung folgenderweise formuliren:

Wenn eine schräg verlaufende gerade Linie durch eine, von vertical stehenden, parallelen Grenzlinien begrenzte Figur in ihrem Verlauf unterbrochen wird, dann trifft der höher liegende Theil dieser schrägen Linie die ihm zunächst liegende Parallellinie an einem höheren Punkt, als es die geradlinige Verlängerung des anderen Theils der schrägen Linie zu fordern scheint. — Wodurch entsteht diese täuschende Verschiebung?

Darüber soll die Figur 2 nähere Aufklärung geben.

Die beiden Linien A und B in vorstehender Figur 2 seien die wirklichen Parallellinien, durch deren Zwischenraum die Continuität des Schrägstriches ($\alpha^0 \beta^0$) unterbrochen wird. Nach den Ergebnissen der Volkmann'schen Versuche erscheinen diese beiden Parallellinien nach oben schwach divergent. Die Divergenz soll — deutlichkeitshalber in starker Uebertreibung — dar-

gestellt sein durch die Linien *a* und *b*, welche mithin zeigen sollen, wie verticale Parallellinien erscheinen, wenn sie nicht von Stelle zu Stelle auf die stetige Gleichheit ihrer Entfernung von einander geprüft, sondern im Gesammtüberblick betrachtet werden.

Eine von α^0 in gerader Richtung fortgeführte Linie treffe die Linie *A* in α^{III} und treffe, mit Ueberspringung des Zwischenraumes, die jenseitige Parallellinie (*B*) in β^{III}, und endlich *b* in β^{I}. — Der spitze Durchschneidungswinkel ($B\beta^{III}\beta^0$) ist offenbar der richtige Durchschneidungswinkel. Wir haben keine Veranlassung, ihn für gröfser oder kleiner zu halten, als er in Wirklichkeit ist. Die Linie *b* ist aber, wie wir (in starker Uebertreibung) annehmen, die scheinbare Grenzlinie des Zwischenraumes der beiden Parallelen (*A* und *B*). An dieser scheinbaren Grenzlinie (*b*) glauben wir die Fortsetzung der von α^0 ausgehenden geraden Linien zu sehen; hier müssen wir also den richtigen Durchschneidungswinkel ansetzen, um die vermeintlich gerade Fortsetzung der von α^0 ausgehenden Linie zu finden. Es sei also der Winkel $b\beta^I\beta = B\beta^{III}\beta^0$. Demnach wäre $\beta^I\beta$ die, in Folge der Divergenz, scheinbar veränderte Richtung der geradlinigen Fortsetzung von $\alpha^0\beta^I$. Diese Richtung, rückwärts verlängert, trifft die wirklich verticale *B* in β^{II}, und für die wirklichen Parallellinien *A* und *B* haben wir, als Verlängerung von $\alpha^0\alpha^{III}$, nun die Linie $\beta^{II}\beta$. Der Punkt β^{II} liegt aber höher als β^{III} und die Richtung $\beta^{II}\beta$ liegt nicht in gradliniger Fortsetzung von $\alpha^0\alpha^{III}$. Die hier gefundene Construction ergiebt also gerade das, was wir an der Täuschungsfigur irrthümlich zu sehen vermeinen: beide einander zugewendeten Endstücke der durch den leeren Zwischenraum unterbrochenen geraden Linie bilden einen treppenartigen Absatz oder eine „noniusartige Verschiebung".

Da der Divergenzwinkel der beiden scheinbar parallelen (pseudoparallelen)Verticallinien (den wir 2ε nennen wollen) immer sehr klein ist, so kann man — der Vereinfachung wegen — diesen Winkel ganz auf die eine Seite der Figur (z. B. nach rechts hin) verlegen, und auf der anderen Seite die Parallele in ihrer richtigen Stellung ($\varepsilon = 0$) belassen; ja, man wird es so machen müssen, wenn man in der Zeichnung nicht allzusehr übertreiben, und doch die Abweichung vom Parallelismus deutlich zur Anschauung bringen will. — In dem hier vorausgesetzten

Falle fällt *a* mit *A* zusammen; man hat sich also in Figur 2 nur die Linie *a* (als congruent mit *A*) aus der Zeichnung wegzudenken um ein einfachstes Bild der Construction einer noniusartigen Verschiebung zu erhalten. Diese Vereinfachung ist um so eher zulässig, weil man — bei der Kleinheit des Winkels ε — die nach links divergirende Linie (*a*) durch eine kaum bemerkbare Drehung der Zeichnung ohnehin schon in verticale Richtung bringen kann.

In jedem anderen Falle aber hätten wir — um der Vollständigkeit zu genügen — die veränderte Richtung der Durchschneidungslinie auf beiden Seiten zu berücksichtigen.

Daraus resultirt die etwas complicirtere Figur 3, zu deren Erläuterung kaum noch weitere Worte erforderlich sind.

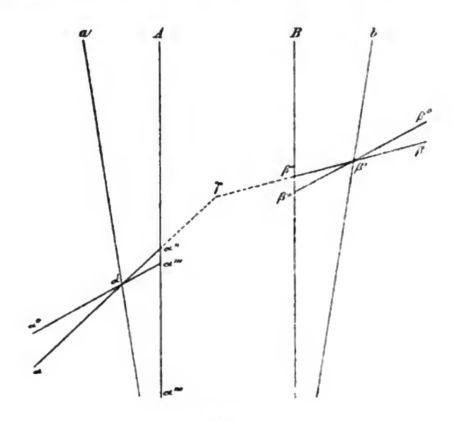


Fig. 3.

Man ersieht leicht aus dieser Figur, dafs der Durchschneidungswinkel auf der höher liegenden Eintrittsstelle gröfser und auf der tieferliegenden kleiner wird, als er in Wirklichkeit sein würde ($\alpha^{I}\,\alpha^{II}\,\alpha^{IV} < \alpha^{I}\,\alpha^{III}\,\alpha^{IV}$). — Näher betrachtet ist — wenn die Figur ganz symmetrisch steht — der nach unten sich öffnende spitze Winkel ($\alpha^{0}\,\alpha^{III}\,\alpha^{IV}$) genau um ebenso viel (nämlich um den Winkel ε) kleiner, als der nach oben sich öffnende Winkel ($B\,\beta^{III}\,\beta^{0} = \alpha^{0}\,\alpha^{III}\,\alpha^{IV}$) scheinbar gröfser wird, als er sein sollte.

Die Summe dieser beiden Differenzen ist gerade ebenso grofs wie der, durch Verlängerung der beiden Linien (a und b) entstehende spitze Winkel (den wir 2ε genannt haben). Beide Hälften der schrägen Linie durchkreuzen sich scheinbar in dem leeren Zwischenraum und bilden in ihrem Durchkreuzungspunkt (γ) den Scheitelpunkt eines nach unten offenen stumpfen Winkels von 180^0 weniger dem durch Verlängerung der beiden Linien a und b entstehenden spitzen Winkel (2ε), welcher in unserer Figur deutlichkeitshalber viel zu grofs gezeichnet ist.

Je nachdem wir in unserer Vorstellung die Gröfse der spitzen Winkel zwischen den Linien A und a einerseits und zwischen B und b andererseits — bewufst oder unbewufst — zu- oder abnehmen lassen, wird auch die Täuschung gröfser oder geringer; sie wird auf Null reducirt, sobald jener spitze Winkel selbst gleich Null, oder — anders ausgedrückt — sobald der wahre Parallelismus der beiden Linien A und B in unserer Vorstellung vollkommen hergestellt ist.

Die Täuschung erscheint in dem hier gezeichneten Falle offenbar etwas abgeschwächt; sie kann aber nicht ganz verschwinden, denn die verlängerte Linie $\beta\gamma$ wird die Linie A immer an einem höher als α^{III} gelegenen Punkt treffen, so lange der Winkel $\alpha\gamma\beta$ noch kleiner ist als 180^0; ebenso lange wird aber immer auch eine, wenn auch nur geringe treppenförmige Abstufung bemerkbar bleiben.

Dies sind indessen theoretische Betrachtungen, bei denen wir nicht länger verweilen wollen.[1]

Die Frage nach einer anatomischen Begründung der scheinbaren Divergenz paralleler Linien lassen wir unberührt. Das ist eine Frage deren Beantwortung von den Netzhaut-Anatomen noch erwartet werden mufs. Nur soviel möge hier darüber bemerkt sein, dafs, wenn man den Punkt des schärfsten Sehens in der Netzhaut, als den einen Pol ihrer kugelförmigen Gestalt betrachtet, der andere, diesem entgegengesetzte Pol dann in derjenigen Linie liegen mufs, welche jenen ersten Pol mit dem fixirten Punkt in der Aufsenwelt verbindet (Gesichtslinie). Jede gerade Parallellinie

[1] Zur Erklärung der Fig. 3. — Die Linien AB und ab haben dieselbe Bedeutung wie in Fig. 2. — Die wahre Durchkreuzungslinie ist durch die Linien-Abschnitte $\alpha^0\,\alpha^{III}$ und $\beta^{III}\,\beta^0$ angedeutet; ihre scheinbare Lage zeigen die Linien-Abschnitte $\alpha\,\alpha^{II}$ und $\beta\,\beta^{II}$ und deren bis γ fortgeführte punktirte Verlängerungen.

aber, die den fixirten Punkt irgendwie durchschneidet, mufs in der Netzhaut ein Bild entwerfen, welches in einen gröfsten Kreis der kugelförmigen Netzhautkrümmung fällt. Da aber alle gröfsten Kreise, in ihrem Verlauf vom Pol bis zum Aequator, divergiren, so liegt es nahe, die subjectiv-scheinbare Divergenz paralleler Linien hiermit in Zusammenhang zu bringen. — Es fehlt indessen noch viel an einer vollbefriedigenden Uebereinstimmung, es fehlt im Besonderen die genaue Kenntnifs der verschiedenen Gröfse der Empfindungskreise der Netzhaut und ihrer topographischen Vertheilung in nächster Umgebung der fovea centralis. Dagegen würde die querovale Form der macula lutea, deren Durchmesserverhältnifs von den Autoren wie 4 zu 3 angegeben wird und „die ihr ähnliche Gestalt" der fovea centralis, der Hypothese einer anatomischen Grundlage wenigstens nicht im Wege stehen.

Die noniusartige Verschiebung bei veränderter Blickrichtung.

Bevor wir weitergehen, müssen wir darauf hinweisen, dafs zwei verschiedene Arten des Sehens zu unterscheiden sind, je nach der Verschiedenheit, mit der unsere Vernunft sich der Sinnesorgane bedient. — Gewöhnlich blicken wir umher, ohne die Aufmerksamkeit auf irgend einen bestimmten Gegenstand zu richten. Zu anderer Zeit concentriren wir alle Aufmerksamkeit [1] auf einen einzigen ganz bestimmten Punkt. — Ersteres wollen wir das periskopische, letzteres das episkopische Sehen nennen.

Beim periskopischen Sehen betrachten wir in der Regel nur vorübergehend, und abwechselnd bald diesen, bald jenen Gegenstand.

Die leichte Beweglichkeit unserer Augen und unseres Kopfes, verbunden mit der Fähigkeit, das Bild eines momentan gesehenen Gegenstandes noch eine Zeitlang lebendig im Gedächtnisse festhalten zu können, bestärkt uns in der Meinung, dafs wir Alles, was vor uns liegt, gleichzeitig und mit gleicher Deutlichkeit, wie ein einziges grofses, vor unserem Blickfelde ausgebreitetes Gemälde, sehen.

---

[1] Aufmerksamkeit ist eine Function der Vernunft.

Beim episkopischen Sehen dagegen, wobei alle Aufmerksamkeit nur auf einen Punkt gerichtet ist, entziehen wir unsere Aufmerksamkeit den mehr peripherisch gelegenen Gegenständen. Je kleiner der Gegenstand, den wir episkopisch betrachten, und je gespannter alle Aufmerksamkeit nur auf diesen einen kleinen Gegenstand gerichtet ist, umsoweniger werden wir entfernter Liegendes bemerken, umsomehr verschwimmt das Areal des peripherisch noch Bemerkbaren oder Erkennbaren. Versucht man z. B. in einem beliebigen Buche einen einzelnen Buchstaben fest zu fixiren, während rechts und links die anderen Buchstaben mit weifsem Papier bedeckt sind, und versucht man nun — ohne das Auge im Mindesten zu bewegen — einen der nebenstehenden und freigelegten Buchstaben nach dem anderen zu erkennen, dann wird vielleicht Mancher, der diesen kleinen Versuch noch nie gemacht hat, erstaunt sein zu bemerken, dafs er kaum im Stande ist, den dritten oder vierten Nebenbuchstaben mit voller Sicherheit zu erkennen, während man doch, bei jener anderen Art des Sehens, ganze Worte, ja, ganze Zeilen sozusagen mit einem Blick übersehen und lesen kann.

Wir können aber auch beide Gesichtslinien auf einen bestimmten Punkt richten, und dennoch unsere Aufmerksamkeit nicht diesem Punkte, sondern seiner Umgebung, soweit sie bei unveränderter Blickrichtung noch erkennbar ist, zuwenden. Diese besondere, gemischte Art des periskopischen und episkopischen Sehens, die oft auch ohne besondere Intention (unbewufst) erfolgt, ist diejenige Art des Sehens, bei welcher optische Täuschungen am leichtesten vorkommen. — Nicht das Auge, sondern die Aufmerksamkeit ist es, welche in diesem Falle umherspäht!

In Bezug auf die scheinbar nach oben divergirenden Parallellinien haben wir noch zu bemerken, dafs diese Schein-Parallelen sich mit unseren vertical verlaufenden Blickbewegungen scheinbar mit bewegen und immer in dem z. Zt. fixirten Punkt mit den wahren Parallelen congruiren. Bei anfänglich fester Fixation des unteren oder des oberen Endpunktes der Parallellinien und bei raschem Blickwechsel, glaubt man zuweilen eine Bewegung der Parallellinien wahrnehmen zu können: man glaubt sehen zu können, wie die scheinbare Divergenz in den richtigen Parallelstand beider Linien sich wieder zurückbewegt.

Nach dieser kleinen Abschweifung kehren wir zur POGGENDORFF'schen Täuschungsfigur zurück, und bemerken zuvor nur noch, daſs alles periskopische Sehen eigentlich doch nur aus unzähligen kurzen Zeitmomenten eines mehr oder weniger aufmerksamen episkopischen Sehens zusammengesetzt ist. Bei jedem episkopisch betrachteten Punkt ist von einer Divergenz paralleler Linien nichts zu bemerken; die wahren und die falschen Parallelen fallen zusammen. Da aber jeder periskopisch betrachtete Punkt, in jedem kleinsten Zeitmoment, sogleich wieder in einen episkopischen verwandelt werden kann, und in einen solchen fast unwillkürlich verwandelt wird sobald unsere Aufmerksamkeit sich auf denselben hinrichtet, so kann dadurch der Eindruck des periskopischen Sehens sehr leicht wieder verwischt werden.

Wenn wir nun einen einzelnen Moment episkopischer Betrachtungsweise besser und anschaulicher darstellen wollen, dann müssen wir unsere frühere Figur in nachstehender Weise modificiren.

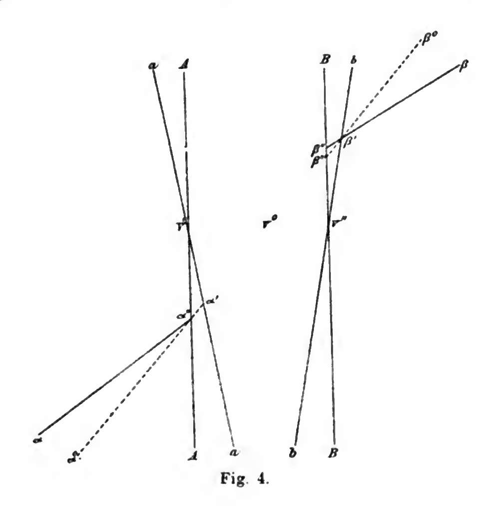


Fig. 4.

Die Buchstaben $v^{I}\, v^{0}\, v^{II}$ sollen den Durchschnitt einer, zunächst noch unverändert festgehaltenen, Visir-Ebene bedeuten.

Im Uebrigen ist die Buchstabenbezeichnung den vorhergehenden Figuren analog.

Bemerkenswerth, im Vergleich mit Figur 3, ist, dafs hier der tiefer liegende Durchschneidungswinkel ($\alpha\,\alpha^{II}\,A$) nicht kleiner, sondern g r ö f s e r erscheint als er ist, wodurch die täuschende Wirkung nun nicht geschwächt, sondern im Gegentheil bedeutend verstärkt hervortritt.

Erheben wir unsere Visir-Ebene oder senken wir sie, dann würde, bei unveränderter Gröfse des Divergenzwinkels, ($2\,\varepsilon$) die Durchschnittslinie $v^I\,v^0\,v^{II}$ sich miterheben oder mitsenken, und die ganze Figur würde dementsprechend sich so verändern, dafs, wenn z. B. v^{II} bis β^{II} hinaufrückt, der Abstand α^{II} und α^I sich entsprechend vergröfsert, weil die ganze Durchschnittslinie, mithin auch v^I, sich zu gleicher Höhe (β^{II}) miterhebt. Die Täuschungsfigur wird dadurch zwar verändert, in ihrer Wirkung aber keineswegs geschwächt.

In der Visir-Ebene $v^I v^0 v^{II}$ können wir ferner auch jeden beliebigen Punkt zur episkopischen Betrachtungsweise wählen. — Bei jeder Veränderung des Blickpunktes wird die T ä u s c h u n g s f i g u r verändert; die Täuschung selbst bleibt im Wesentlichen unverändert. Wählen wir den Mittelpunkt v^0 als Blickpunkt, dann sind die Täuschungsbedingungen gleichmäfsig und symmetrisch auf beide Seiten vertheilt; wählen wir den Punkt v^I, dann kommen wir damit auf unsere früher für zulässig erklärte Vereinfachung zurück; es wird dann die zu v^I gehörige linke Seite der Figur correct (vertical) erscheinen: die beiden sich kreuzenden Linien A und a werden in eine einzige verticale Linie zusammenfallen. Die Täuschungsmomente liegen nun sämmtlich auf der anderen Seite und treten hier in doppelter Stärke auf.

Das kleine Dreieck $\beta^I\beta^{II}\beta^{III}$ ist gleichsam der Regulator der ganzen Täuschung. Mit seiner Gröfsenveränderung verändert sich proportional auch die Stärke der Täuschung; mit seinem Verschwinden verschwindet die Täuschung. — So lange die Blickrichtung sich in ein und demselben verticalen Meridian bewegt, verändert das kleine Dreieck nur seine Gröfse, nicht seine Form: die drei Winkel bleiben nahezu unverändert; nur die Längen der drei Seiten verändern sich gleichzeitig und in gleichem Verhältnifs. Bewegt sich die Blickrichtung nach links oder nach rechts in eine andere Meridianlage, dann wird der nach oben offene Winkel ($\beta^{II}\beta^{III}\beta^I$), des kleinen Dreiecks sich entsprechend ver-

kleinern und auf der anderen Seite vergröfsern; so jedoch, dafs die Summe beider Winkelveränderungen immer gleich grofs bleibt.

Die Dreieckseite $\beta^{II}\beta^{III}$ giebt für jeden Zeitmoment episkopischer Betrachtung das Maafs der jedesmaligen scheinbaren Ablenkung, mithin auch das Maafs für die Stärke der Täuschung.

Lassen wir unseren Blick auf der rechten Seite, von v^{II} allmählich höher hinauf bis β^{III} wandern, dann verkleinert sich das imaginäre Dreieck mehr und mehr, um zuletzt in einen einzigen Punkt zu verschmelzen. Hier ist dann Alles in bester täuschungslosester Ordnung. Blicken wir aber von hier aus wieder zurück auf den tieferliegenden Punkt der anderen Seite (das müssen wir ja thun, wenn überhaupt von einer Vergleichung der Lage zweier Punkte die Rede sein soll) dann findet sich hier wieder die täuschende Verschiebung, und ähnlich verhält es sich mit allen anderen nachbarlichen Punkten, auf welche der Blick jeweilig hinzielt.

Wenn nun, in Folge der pseudoparallelen Ablenkung, der Treffpunkt der gegebenen Schräglinie um die Entfernung $\beta^{II}\beta^{III}$ höher zu liegen scheint als er in Wirklichkeit liegt, dann wird man sich nicht weit von der Wahrheit entfernen, wenn man annimmt, dafs ein anderer Punkt, der um ebensoviel tiefer liegt als jener höher zu liegen scheint, gerade da zu liegen scheinen wird, wo der Treffpunkt der Schräglinie in Wirklichkeit liegt.

Die in Figur 5 vereinigten drei Figuren sollen diese Verhältnisse besser veranschaulichen.

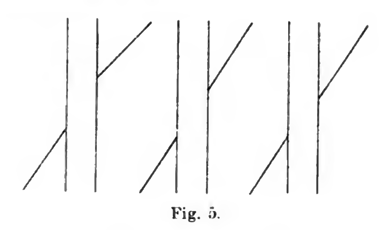


Fig. 5.

Die nach links liegende Figur zeigt (in starker Uebertreibung) die constructionsmäfsig ermittelte Verschiebung

der rechten Hälfte der Schräglinie; die mittlere Figur zeigt ihre natürliche Lage mit der damit verbundenen optischen Täuschung und die rechtsliegende Figur zeigt die soeben erwähnte Correction, wobei von einer noniusartigen Verschiebung nichts mehr zu bemerken ist.

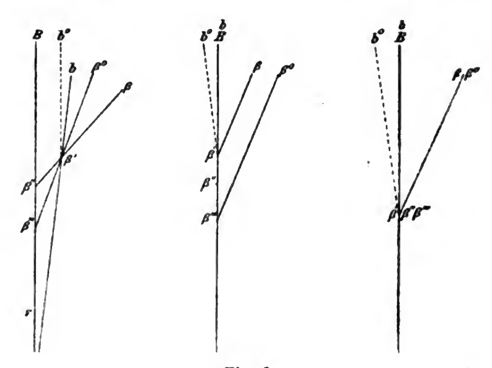


Fig. 6.

Die in Figur 6 zusammengestellten drei Halbfiguren sollen den Vorgang bei Veränderung der Blickrichtung noch etwas deutlicher veranschaulichen. Die linkerseits stehende Halbfigur und ihre Buchstabenbezeichnung ist bekannt; nur haben wir hier noch eine Parallele zur Linie *B*, als Hülfslinie $b^0\beta^1$, hinzugefügt. — Der Blickpunkt befinde sich irgendwo unten in der Nähe von *v* und rücke von hier aus allmählich höher hinauf bis β^{III}. Bei dieser Fortbewegung des Blickpunktes nach oben wird die Linie *b* immer näher an *B* heranrücken und wird schliefslich mit *B* zusammenfallen, wobei das kleine Dreieck $\beta^I\beta^{II}\beta^{III}$ gleichsam zusammen- und in die Linie *B* hinein-gedrückt wird. Der Punkt β^I wird aber nicht — wie es in der mittleren (Uebergangs-)Figur gezeichnet ist — in gleicher Entfernung von β^{III} bleiben; β^{II} wird vielmehr, gleichzeitig mit Abnahme der Gröfse des kleinen Dreiecks, immer näher an β^{III}, und β^I immer näher an β^{II} heranrücken, bis endlich, gleichzeitig mit dem Verschwinden des Dreiecks, alle drei β — wie es die rechtsseitige Figur zeigt — in einen einzigen Punkt zusammentreffen. Dabei rückt die kleine Hülfslinie $b^0\beta^I$ zuerst immer näher an *B* heran, und gelangt

zuletzt an deren andere (linke) Seite; ihr unterer Endpunkt β^{I} rückt ebenmäfsig immer näher an β^{III} heran, und verschmilzt zuletzt in dem gemeinsamen Schmelzpunkt des früheren Dreïecks ($\beta^{I}\beta^{II}\beta^{III}$).

Dieser an der Innenseite der Linie *B* scheinbar sich anlehnende Winkel (ϵ) ist, allem Anschein nach, dasjenige was die scheinbare Convergenz paralleler Verticallinien bewirkt, wenn — wie im nächsten Abschnitte näher erläutert werden soll — die Aufsenseiten der Parallellinien mit einem oder mit mehreren nach oben offenen spitzen Winkeln armirt werden. Für sich allein betrachtet wäre dieser kleine Winkel der Index des Convergenzgrades, welchen vertical stehende Linien annehmen müssen, wenn sie parallel — nicht sein, sondern — erscheinen sollen.

Wir müssen hier nochmals daran erinnern, dafs unsere Figuren nur dazu dienen sollen, den Vorgang besser zu veranschaulichen; von geometrischer Exactheit kann dabei nicht die Rede sein. In Wirklichkeit fallen Linien und Punkte überhaupt niemals vollständig zusammen; sie kommen sich nur aufserordentlich nahe — so nahe, dafs ihre Abstände und ihr Nochgetrennt-sein gar nicht mehr unterschieden werden kann; sie trennen sich aber, bei veränderter Blickrichtung, dann doch gelegentlich wieder so weit, dafs sie zu geometrisch-optischen Täuschungen Veranlassung geben.

Weitere Schlufsfolgerungen und Beobachtungen.

Wenn ein nach oben offener Winkel (in unseren Figuren meistens an der rechten Seite liegend) gröfser erscheint als er ist, dann mufs sein freier Schenkel entweder weiter nach rechts, oder es mufs die verticale Hauptlinie, in welcher der andere Schenkel liegt, oben weiter nach links gewendet scheinen, oder es mufs die scheinbare Vergröfserung auf beide Schenkel vertheilt sein.

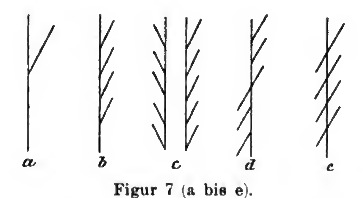
Hier stehen wir vor einer schwer zu lösenden Frage! — Offenbar — wie wir sogleich sehen werden — bleibt die schräge Durchkreuzungslinie im Vortheil; sie ist die stärkere, sie drängt, bei nach oben geöffnetem Winkel, die Schein-Parallele zunächst

weiter nach links, und verleiht ihr schliefslich den trügerischen Schein der Convergenz!

Fassen wir die Frage zunächst so einfach wie möglich.

Wir theilen in dieser Absicht unsere Täuschungsfigur ((Fig. 1) in verticaler Richtung in zwei gleiche Hälften und betrachten die eine Hälfte derselben — ohne Rücksicht auf ihre andere Hälfte — als eine für sich bestehende Figur. Wir haben alsdann nur eine einfache, vertical stehende Linie, die von einer anderen geraden Linie in schräger Richtung getroffen wird (Figur 7a). — Es entsteht nun die Frage: kann durch die zweite schräg-einfallende Linie die Richtung der anderen (verticalen) Linie scheinbar verändert werden?

Man wird diese Frage vorläufig noch mit nein beantworten müssen, weil eine solche veränderte Richtung, wenn sie stattfände, aller Wahrscheinlichkeit nach so geringfügig sein müfste, dafs sie unter der Schwelle menschlich-möglicher Beobachtung zurückbleibt.

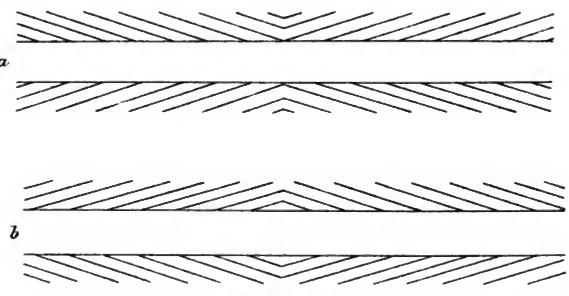


Figur 7 (a bis e).

Legen wir nun an die verticale Hauptlinie eine Mehrzahl, nach oben offener, gleich grofser Winkel, deren freie Schenkel mithin parallel unter sich verlaufen (Fig. 7b), dann mag vielleicht die Zahl und der Parallelismus bewirken, dafs die verticale Hauptlinie sich nun schon bemerkbar, oben etwas nach links zu neigen scheint.

Verdoppelt man diese täuschende Wirkung dadurch, dafs man auch die andere Hälfte der ursprünglichen Täuschungsfigur, mit gleich grofsen nach oben offenen Winkelschenkeln, in ganz symmetrischer Weise nach aufsen hin armirt, und rückt man die beiden Hälften nun in streng-paralleler Richtung wieder näher an einander (Fig. 7c.), dann wird noch deutlicher bemerkbar, dafs die beiden wirklich parallelen Hauptlinien nach oben scheinbar convergiren.

Verdoppelt man den bereits erzielten Erfolg nochmals dadurch, daſs man diesen beiden Parallellinien ein ganz ähnliches Paar hinzufügt, bei welchem aber die Oeffnungen der Winkel (umgekehrt) nach entgegengesetzter Richtung gerichtet sind, dann entstehen daraus die beiden wohlbekannten Figuren von Hering.



Figur 8 (a und b).

In einer dieser beiden Figuren (a) scheinen die parallelen Hauptlinien in der Mitte weiter auseinander zu stehen als an ihren Enden, und in der anderen (b), in welcher die sämmtlichen freien Winkelschenkel entgegengesetzte Richtung haben, scheinen beide Parallellinien an ihren Enden weiter auseinander zu stehen als in der Mitte. In beiden Figuren bleibt die Täuschung fast unverändert, wenn man ihnen eine gegen die Horizontalrichtung beliebig veränderte Drehung giebt.

Wir fügen zur Vergleichung hier noch eine, dem Charakter und dem Effect nach sehr ähnliche, ältere Figur (1854/55) von Oppel hinzu, bei der die Verschiedenheit der vier Richtungen, nur durch je eine schräge Linie repräsentirt wird. (Fig. 9.)

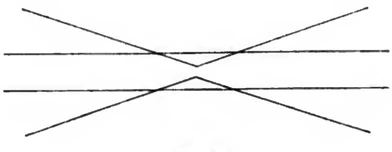


Fig. 9.

Auch in dieser Figur scheinen die zwischen den Schenkeln der beiden stumpfen Winkeln befindlichen Theile der Parallellinien, sich etwas auszuweiten.

Verändert man die Figur in anderer Weise, indem man die obere Hälfte der verticalen Linie an einer Seite mit nach oben, die untere Hälfte an der anderen Seite mit nach unten offenen Winkeln armirt, dann wird scheinbar die obere Hälfte der verticalen Linie, oben eben so sehr nach links, wie die untere Hälfte unten nach rechts gedrängt. Kehrt man die Figur um, dann bleibt ihre Gestalt völlig unverändert; immer drängen die freien Winkelschenkel die verticale Linie, welcher sie anliegen, in die ihrer eigenen Lage entgegengesetzte Richtung. (Fig. 7d.)

Verändern wir endlich dieselbe Figur in solcher Weise, dafs die verticale Linie durchkreuzt wird von schrägen Linien, deren gleich grofse Winkel auf einer Seite nach oben, auf der anderen Seite nach unten sich öffnen (Fig. 7e.), dann ist das scheinbare Resultat ungefähr dasselbe wie bei Figur 7d.

Ohne eine neue Figur hinzuzufügen, wollen wir hier noch bemerken, dafs die über einander gestellten schrägen Durchkreuzungslinien, auch ohne die durchkreuzte verticale Linie, sich (in unserer Figur) scheinbar nach links hinüber neigen würden.

Die merkwürdigste und zugleich bekannteste aller Täuschungsfiguren ist die Zöllner'sche Figur, welche Zöllner — wie er selbst erzählt — zufällig an einem für Zeugdruck bestimmten Muster zuerst bemerkt hat. — Diese Figur macht einen unglaublich unruhigen Eindruck, der sich noch erheblich steigert, wenn man — wie Helmholtz angegeben hat — die Spitze einer Nadel unverwandt fixirt und sie zugleich nahe an dieser Täuschungsfigur vorüberführt. Die einzelnen Bestandtheile derselben gerathen dabei in die seltsamsten Scheinbewegungen. Die verticalen Linien verschieben sich abwechselnd nach oben und nach unten; sie nähern sich mit ihren Endpunkten einander und entfernen sich wieder von einander und machen scheinbar zuweilen sogar förmlich schlangenartige Bewegungen.

An dieser merkwürdigen Figur hat Poggendorff zuerst die „noniusartige Verschiebung“ bemerkt.

Die Zöllner'sche Täuschungsfigur ist im Wesentlichen nur ein nach entgegengesetzten Richtungen mehrfach zusammengesetztes Compositum der bisher besprochenen einfacheren Figuren.

Da sie überdies sich in den meisten Hand- und Lehrbüchern der physiologischen Optik abgebildet vorfindet, so verzichten wir auf nochmalige zeichnerische Reproduction, und beschränken uns auf eine kurze Beschreibung derselben. — Die Figur besteht aus 7 ziemlich dicken verticalen Parallellinien, deren jede von etwa 20 kurzen und gleichfalls ziemlich dicken, schrägen Querstrichen durchschnitten wird (wie Fig. 7 e.). Die schrägen Querstriche laufen abwechselnd in einer und in entgegengesetzter Richtung (die spitzen Winkel öffnen sich an einer Verticallinie: rechts nach oben, links nach unten, und an der Nachbarlinie links nach oben, rechts nach unten), so daſs die langen Verticallinien, abwechselnd sich oben zu nähern und unten von einander sich zu entfernen scheinen, und umgekehrt. Das Verwirrende dieser Figur entsteht hauptsächlich dadurch, daſs eine Mehrzahl derartiger Parallellinien mit scheinbar einander entgegengesetzter Neigung neben einander gestellt ist.

Zöllner bemerkt zu dieser Figur, daſs die Stärke der Täuschung ein Maximum erreicht, wenn die Richtung der Hauptstreifen mit der Verbindungslinie beider Augen sich unter einem Winkel von 45° schneiden.

Helmholtz versichert, er könne bei der Zöllner'schen Figur die Täuschung beseitigen, wenn er sie fest fixire und nicht die schwarzen Streifen als Objecte betrachte, die auf weiſsem Grunde liegen, sondern die weiſsen Streifen, die auf schwarzem Grunde liegen, aufzufassen suche. Sobald ihm dieses gelinge sehe er Alles richtig. So wie er dann aber anfange, den Blick über die Zeichnung hinzubewegen, sei die Täuschung in voller Stärke wieder da.

Auch die „verschobene Schachbrettfigur“ (Fig. 10.) von Münsterberg führt sich leicht auf die hier besprochenen Grund-

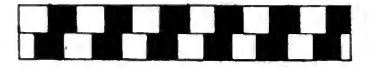


Fig. 10.

principien zurück. Münsterberg versuchte die Täuschung durch Irradiation zu erklären. Wir wollen ihm hierin nicht widersprechen, insofern die Irradiation dazu beitragen kann, die geraden Linien und die scharfen Spitzen etwas abzurunden. Dann

aber verwandeln sich zwei an einander verschobene Vierecke in unregelmäſsig geformte, dicke, schräggestellte Striche, ähnlich denen der Zöllner'schen Hauptfigur. — Auch die Richtung der scheinbaren Ablenkung entspricht ganz dem, was früher hierüber gesagt worden ist.

Verhalten der Täuschung bei Umdrehung der ganzen Figur und bei Schräglage der Parallelen.

Wir haben uns nun noch mit Veränderung von Lage und Stellung unserer ursprünglichen Täuschungsfigur (Fig. 1) — bei unveränderter Blickrichtung — etwas eingehender zu beschäftigen.

Zuerst mag bemerkt werden, daſs die Stärke der Täuschung abnimmt, wenn man die Figur ein wenig nach rechts, und daſs sie zunimmt, wenn man sie ein wenig nach links verschiebt, vorausgesetzt, daſs der Schrägstrich (wie in unserer Figur) von oben rechts nach unten links verläuft. Verläuft er in entgegengesetzter Richtung, dann tritt beim Verschieben auch entgegengesetztes Verhalten auf.

Auch beim Verschieben nach oben oder nach unten, wie überhaupt auch bei verschiedener Schräglage der Ebene, in der sich die Figur befindet, treten bemerkenswerthe Unterschiede in der Stärke der Täuschung hervor, auf die wir indessen nicht näher eingehen wollen. Wir wollen hier zunächst nur die Umdrehung der ganzen Figur bei unveränderter Blicklinie in Betrachtung ziehen.

Wenn man die Figur 1 um ihre Mitte rotirt, wobei jedoch immer vorausgesetzt wird, daſs die Ebene, in der die Figur gedreht wird, mit der Gesichtsfläche des Beobachters ungefähr parallel bleibt, dann ist zunächst auffallend, daſs die Täuschung vollständig verschwindet, sobald die schräge Durchschneidungslinie beim Umdrehen in verticale oder in horizontale Richtung zum Beobachter gelangt.

Gehen wir von der verticalen Stellung des Schrägstriches aus, in welcher keine Täuschung zu bemerken ist, und lassen wir die Figur sich von oben nach rechts um ihre Mitte drehen, dann bemerkt man eine allmählige Zunahme der Täuschung bis etwa 45°. Alsdann nimmt die Täuschung wieder ab, um bei

90° d. h. in ihrer horizontalen Lage wieder ganz zu verschwinden. Auf diesem Wege von 0° bis 90° scheint die obere Hälfte der schrägen Linie stets über die andere Hälfte hinwegzugehen. Von nun an ändert sich die Erscheinung insofern, als die obere Hälfte zur unteren Hälfte wird, und nun rechts an der anderen Hälfte vorbeizugehen scheint. Im Uebrigen wiederholt sich in diesem zweiten Quadranten die Steigerung der Stärke der Täuschung bis ungefähr 135°, um dann, stetig abnehmend, bei 180° sich wieder ganz zu verlieren. Weiter brauchen wir diese Drehungserscheinung nicht zu verfolgen, weil weiterhin im linken unteren Quadranten dieselben Erscheinungen, die wir mit dem Beginn der Drehung von oben nach rechts soeben kennen gelernt haben, sich hier wiederholen. Ebenso bedarf es kaum einer besonderen Erwähnung, dafs, wenn der Schrägstrich von oben-links nach unten-rechts verläuft und wenn nun, in umgekehrter Ordnung, die Figur von oben nach links gedreht wird, die obere Hälfte der Schräglinie im oberen linken Quadranten über die untere hinwegzugehen, und im unteren linken Quadranten links an ihr vorüber zu gehen scheint.

Verhalten der Täuschung bei Schrägstellung der Parallelen. — Zur Beantwortung dieser Frage finden wir in der von Volkmann (l. c. pag. 212) mitgetheilten:

„Tabelle über die Abweichung der Trennungslinien von den correspondenten Meridianen"

reichliches Material.

In seiner Tabelle unterscheidet Volkmann die Lage des „Meridians" von der correspondirenden Lage der „Trennungslinie" und läfst nun den Meridian — der durch den „constanten Diameter" bezeichnet wird — von 15 zu 15° in die Schräglage übergehen, so dafs dieselbe bei 90° zur Horizontallage wird, und bei 180° wieder in die Nullstellung zurückkehrt.

Die „Trennungslinie" ist die jedesmalige Linie scheinbarer Abweichung von der Lage des Meridians; die Abweichung selbst wird — wie früher schon gesagt wurde — „Kreuzungswinkel" genannt.

Das allgemeine Resultat dieser Versuche wird von Volkmann mit folgenden Worten zusammengefafst:

„Die Trennungslinien coïncidiren nirgends mit den correspondenten Meridianen der Normalstellung des Auges. Die Winkel, unter

welchen beide sich kreuzen, nehmen vom verticalen Meridiane nach dem horizontalen Meridiane stetig ab und vom horizontalen Meridiane weiter gegen den verticalen Meridian unablässig zu."

Die beiden Diameter, welche parallel gestellt werden sollen, divergiren also nicht blos in senkrechter Stellung, sondern auch in jeder Schräglage woraus weiterhin zu schliefsen ist, dafs in jeder Schräglage auch die noniusartige Verschiebung — wenn auch vielleicht mit ungleicher Stärke — hervortreten mufs. Besondere Schwierigkeiten veranlafste nur die horizontale Lage, die, auf verschiedene Weise geprüft, bei Volkmann immerhin noch einen niedrigsten Kreuzungswinkel, im Mittel = 0,43° ergeben hat.

Durch diesen, allerdings sehr kleinen Kreuzungswinkel erklärt sich das Auftreten der noniusartigen Täuschung auch bei horizontaler Lage des parallelseitigen Zwischenraumes.

Helmholtz bemerkt hierzu, dafs er an den eigenen Augen keine merkliche Abweichung vom Netzhauthorizonte finde wenn seine Augen zuvor in paralleler Stellung sich erhalten hatten; nach vorausgegangener convergenter Stellung fand er dagegen eine kleine Abweichung im Sinne Volkmann's. — Diese Bemerkung ist insofern von besonderer Wichtigkeit, weil sie die Abhängigkeit der Täuschung von gewissen Vorbedingungen erkennen läfst, worüber — unseres Wissens — anderweitige Beobachtungen bisher noch nicht vorliegen.

Aus Volkmann's Untersuchungen hat sich weiterhin ergeben, dafs es nicht gleichgültig ist, ob man mit einer linksliegenden Gröfse eine rechtsliegende vergleicht, oder umgekehrt. Volkmann hat deshalb die „Raumlage" (d. i. die Lage des „constanten Diameters") berücksichtigt; er hat den constanten Diameter, nach welchem die Lage des beweglichen Diameters durch den Beobachter geregelt werden soll, in jeder Versuchsreihe 30 mal links (in linke Raumlage) und 30 mal rechts (in rechte Raumlage) gebracht: „Man wird nämlich finden" — so begründet Volkmann dieses Verfahren — „dafs in solchen Versuchsreihen, in welchen die Schwankungen der einzelnen Beobachtungen sehr gering sind, die bei der einen oder anderen Raumlage erhaltenen Mittelwerthe sehr verschieden ausfallen können. Kurz die Raumlage wird zur Ursache constanter Fehler, welche sich nur dadurch eliminiren lassen, dafs man von dem in beiden Raum-

lagen gewonnenen Mittelwerthen der Kreuzungswinkel die halbe Summe nimmt."

Bei sämmtlichen Versuchen unter Schrägstellung des constanten Diameters, ergiebt sich bei linker Raumlage ein Mittelwerth (aus 30 Beobachtungen), welcher zu klein und bei rechter Raumlage ein Mittelwerth (aus 30 Beobachtungen), welcher zu grofs ist. Die halbe Summe beider Beobachtungsreihen wird von VOLKMANN als „Mittelwerth der Kreuzungswinkel" in die Tabelle eingetragen.

Wir glauben nicht zu irren, wenn wir annehmen, dafs bei diesen Versuchen bei linker Raumlage stets das linke, bei rechter Raumlage stets das rechte Auge maafsgebend gewesen ist.

Da nun bei lothrechtem Stande des constanten Diameter und bei linker Raumlage, als Mittelwerth 2,23°; bei rechter Raumlage, als Mittelwerth 2,06 angegeben wird, so haben wir in nachstehender Tabelle nicht die halbe Summe (= 2,145°),

Tabelle I.

Linker Quadrant							
Oberer				Unterer			
Winkel	Differenz −	Differenz +	Divergenz-Winkel	Winkel	Differenz −	Differenz +	Divergenz-Winkel
0°	2,23°	2,06°	4,29°				
15°	2,02	2,07	4,09	165°	1,94	1,93	3,87
30°	2,253	1,263	3,516	150°	1,88	1,73	3,61
45°	1,45	1,62	3,07	135°	1,50	1,48	2,98
60°	0,98	1,43	2,41	120°	0,12	1,07	1,19
75°	0,95	0,97	1,92	105°	0,65	0,65	1,30
90°	{ 0,443	0,553	0,996				
	{ 0,397	0,467	0,864				

als „Mittelwerth der Kreuzungswinkel", sondern die ganze Summe, als Divergenzwinkel ($2\varepsilon = 4,29°$) zweier an-

scheinend paralleler, oder parallel-sein-sollender Linien, in unsere Tabelle I aufgenommen.

Der aus den VOLKMANN'schen Beobachtungen leicht zu berechnenden Divergenzwinkel nimmt im oberen linken Quadranten von 0° bis 90° fast arithmetisch genau für je 3 Winkelgrade der Schrägstellung um 0,1° = 6 Minuten, oder für je 15 Winkelgrade um 0,5 = 30 Minuten ab. Im unteren linken Quadranten sind die Divergenzwinkel im Allgemeinen kleiner und wachsen nicht in ebenso regelmäfsiger Proportion wie im oberen Quadranten.

Vergleicht man die von VOLKMANN berechneten „Mittelwerthe der Kreuzungswinkel", dann findet man, wie die nachfolgende Tabelle II zeigt, eine ziemlich gleichmäfsige Abnahme der Werthe im oberen Quadranten (von 0° bis 90°) und Wiederzunahme im unteren Quadranten (von 90° bis 180°) und findet, dafs die Vergleichung der Mittelwerthe beider Quadranten — mit einer einzigen Ausnahme — im oberen Quadranten die gröfseren Werthe zeigt.

Tabelle II.

linker Quadrant				Differenz der Mittelwerthe	
Oberer		Unterer			
Grad der Schräglage	Mittelwerth der Kreuzungswinkel	Grad der Schräglage	Mittelwerth der Kreuzungswinkel	+	—
15°	2,05	165°	1,94	0,11	
30°	1,75	150°	1,80		0,05
45°	1,53	135°	1,49	0,04	
60°	1,20	120°	1,10	0,10	
75°	0,96	105°	0,65	0,31	
90°	0,43	90°	0,43	0,00	

Legen wir die in diesen beiden Tabellen numerisch angegebenen Werthe zu Grunde, dann können wir für jeden nach oben offenen spitzen Winkel den Werth von ε daraus berechnen. —

In Tabelle I ist angegeben, dafs für den Winkel $\alpha = 0$ der Divergenzwinkel $(2\,\varepsilon) = 4{,}29^0$ sei; demnach wäre $\varepsilon = 2{,}145^0$, oder sagen wir — der Kürze wegen — $\varepsilon = 2^0$.

Nun haben wir aus ebenderselben Tabelle schon ersehen, dafs die experimentell ermittelten Zahlen, ziemlich genau, ein arithmetisches Verhältnifs von 3 zu 0,1 erkennen lassen. Aus diesen Verhältnifszahlen — wenn man sie als annähernd richtig gelten lassen will — kann man für jeden in Winkelgraden angegebenen Winkel α, die Gröfse seines scheinbaren Zuwachses durch den variablen kleinen Winkel ε berechnen.

Es sei beispielsweise ein Winkel $= 36^0$ gegeben, dann würde, dem Verhältnifs von 3 zu 0,1 entsprechend, das dazugehörige $\varepsilon = 1{,}2$ sein. Dieses ε haben wir von dem für den Nullwinkel experimentell ermittelten $\varepsilon = 2$ zu subtrahiren und dem Winkel 36^0 hinzuzurechnen, um dessen scheinbare Gröfse zu finden. Das Ergebnifs wäre in diesem Falle $= 36^0$ 48 Minuten.

Für die von uns gewählte abgerundete Zahl $(\varepsilon = 2)$ würde sich weiterhin ergeben, dafs das variable $\varepsilon = 0$ wird, wenn der Winkel $\alpha = 60^0$ ist, das heifst also mit anderen Worten, dafs der nach oben offene spitze Winkel von 60^0 weder gröfser noch kleiner, sondern in seiner richtigen täuschungslosen Gröfse gesehen wird. Danach müfste angenommen werden, dafs noch gröfsere spitze Winkel, von 60^0 bis 90^0 kleiner erscheinen, als sie sind, weil ε alsdann negativ werden würde. — Halten wir uns strenger an die (nicht abgerundete) experimentell gefundene Zahl, dann würde erst bei einem Winkel $= 75^0$ das variable $\varepsilon = 0{,}02$, mithin nahezu $= 0$ werden. — Indessen bleibt hierbei zu bedenken, dafs das empirisch gefundene Verhältnifs von 3 zu 0,1, nur annähernd als richtig gelten kann, und andererseits, dafs die als Mittelwerthe aus je 30 Beobachtungen von Volkmann gefundenen Zahlen, in der zweiten Decimalstelle nur zweifelhaften Werth haben, und endlich, dafs ein solches Verhalten (wonach $\varepsilon = 0$ wird, bevor der gegebene Winkel den Werth von 90^0 erreicht hat) einer besseren Begründung bedarf, als bis jetzt dafür geltend gemacht werden kann.

Bei dem Zahlenergebnifs im linken unteren Quadranten ist noch zu bemerken, dafs zwar die Zahlen in ähnlichem Verhältnifs wie sie von 0^0 bis 90^0 abgenommen hatten, nun, von 90^0 bis 180^0 wieder zunehmen, allein die correspondirenden Schräg

heitsgrade (15° und 165°, oder 30° und 150° u. s. w.) sind im unteren Quadranten — mit einer einzigen Ausnahme — kleiner als im oberen und wachsen nicht ebenso gleichmäfsig wie in diesem.

Da bei der sinnreichen Versuchsvorrichtung Volkmann's nur mit Diametern und nicht mit Halbmessern experimentirt worden ist, so mufs das Ergebnifs des linken unteren Quadranten als identisch mit dem rechten oberen betrachtet werden. — A priori möchte man aber annehmen, dafs, wenn jeder der vier Quadranten für sich geprüft worden wäre [1], die beiden oberen Quadranten vielleicht besser mit einander übereinstimmende Zahlen ergeben haben würden als der linke obere mit dem linken unteren, und dafs der rechte untere Quadrant vielleicht auch Resultate ergeben haben würde, die mit dem linken unteren besser übereinstimmen als mit dem linken, resp. rechten oberen. Jedenfalls bleibt zu wünschen, dafs diese mühsamen Versuche auch noch auf die rechte Hälfte des Kreises ausgedehnt werden.

Wir würden übrigens erwarten, dafs bei solchen Untersuchungen vorwiegend nur persönliche Unterschiede hervortreten, weil, bei den meisten Menschen, eine mehr oder weniger deutliche Verschiedenheit der beiden Augen sich nachweisen läfst.

Das Gröfser-Erscheinen spitzer Winkel.

Die meisten Menschen sind wohl im Stande, eine gerade Linie, einen rechten Winkel oder den parallelen Verlauf zweier gerader Linien ziemlich genau abzuschätzen; dagegen ist nicht Jedermann im Stande, die Gröfse eines bestimmten nicht-rechten Winkels nach blofsem Augenmafs richtig anzugeben oder nachzuzeichnen.

Der Grund davon liegt ohne Zweifel darin, dafs wir täglich und stündlich Gelegenheit haben — ja genöthigt sind — mit horizontalen und verticalen Richtungen — also mit rechten Winkeln — fast nie aber mit irgend einem b e s t i m m t e n, vom rechten verschiedenen, Winkel uns anhaltend zu beschäftigen. Es fehlt für diesen letzteren Fall an jeglicher Uebung, die uns

---

[1] Bei anderer Gelegenheit hat Volkmann allerdings auch mit Halbmessern (Radien) experimentirt.

im ersten Falle so reichlich zu Gebote steht. Hätten wir gleich-günstige Gelegenheit, uns im Abschätzen der Gröfse eines rechten und eines nicht-rechten Winkels von bestimmter Gröfse (z. B. von 30°) zu üben, dann ist nicht abzusehen, warum wir nicht den einen mit ebenso grofser Sicherheit wie den anderen sollten abschätzen lernen.

Wenn wir zu einer gegebenen Geraden, genau parallel, eine zweite Gerade ziehen wollen, dann vermerken wir an dem einen Ende derselben die Entfernung, in der die Parallele gezogen werden soll, und schätzen am anderen Ende derselben die gleiche Entfernung ab. Zu gröfserer Sicherheit und zur besseren Controle blicken wir wohl noch einmal auf den ersten Endpunkt zurück, und wohl auch noch auf andere Punkte der gegebenen Linie, um uns sicher davon zu überzeugen, dafs die zu ziehende Parallele an allen Punkten wirklich gleich weit von der gegebenen Linie absteht. Ist unser Gedächtnifs stark genug, um die Gröfse dieser Distanz, von einem Moment bis zum anderen, genau festhalten zu können, dann wird die Parallellinie tadellos ausfallen; im anderen Falle entstehen Ungenauigkeiten.

Durch fortgesetzte Uebung erlangen wir freilich eine gewisse Fertigkeit, die uns schliefslich befähigt, gleichsam mit einem Blick zu entscheiden, ob zwei Linien parallel sind — ob z. B. ein an der Wand hängendes Bild „vollkommen gerade" hängt — oder nicht. Diese Fertigkeit ruht aber immer auf demselben eben angegebenen umständlichen Verfahren, auf welches wir in allen zweifelhaften und schwierigeren Fällen doch immer wieder zurückgreifen müssen. Unwillkürlich — sei es bewufst oder unbewufst — wird man aufserdem noch alle zufällig sich etwa darbietenden Nebenumstände mitbenutzen, um sich ein richtiges Urtheil zu sichern. — Eine besondere angeborene instinctive Fähigkeit zu solcher Unterscheidung giebt es nicht; wohl aber mag es dem Einen leichter werden als dem Anderen, durch stärkere Concentration der eigenen Aufmerksamkeit, gröfsere Geschicklichkeit hierin zu erlangen.

Weit schwieriger als die Bestimmung des Parallelismus zweier geraden Linien ist die Beurtheilung und richtige Abschätzung der Oeffnungsweite eines nicht-rechten Winkels. Beim Parallelismus war nur eine Gröfse, nämlich die Entfernung der beiden Linien von einander, scharf ins Auge zu fassen und dem Gedächtnisse, so lange wie nöthig, gut einzuprägen. Bei Bestimmung

der Oeffnungsweite eines nicht-rechten Winkels haben wir mehr als einer Gröfse Rechnung zu tragen. Man wird in Gedanken zuerst den Winkel zum Dreieck ergänzen, und dann alle erforderlichen Congruenzbedingungen wenigstens so lange im Gedächtnisse festhalten müssen, bis man davon Gebrauch machen will.

Anders wird es kaum möglich sein, ein leidlich zutreffendes Schätzungsmaafs einer Winkelgröfse zu gewinnen. Allerdings wird auch in diesem Falle, durch lange Uebung und scharfe Aufmerksamkeit, gröfsere Sicherheit und Schnelligkeit des Urtheils erzielt werden können; daran ist nicht zu zweifeln. Angesichts der gröfseren Schwierigkeiten glauben wir aber annehmen zu müssen, dafs die Beurtheilung der Verschiedenheit von Winkelgröfsen nach Augenmaafs, im Allgemeinen auf grofse Zuverlässigkeit nur ausnahmsweise Anspruch machen darf.

Es kommt erschwerend noch die Gewöhnung an perspectivische Täuschung hinzu, die uns jeden Winkel in einer ganz anderen Gröfse erscheinen lassen kann, als diejenige, welche er in der Ebene des Papieres wirklich besitzt. — Die „umkehrbare Täuschungsfigur" des NECKER'schen Würfels besteht z. B. aus geraden Linien, die sich unter ebenen Winkelöffnungen von 20° und 120° einander begegnen, und doch mufs man sämmtliche Winkel dieser Figur perspectivisch für rechte Winkel halten; man wird vielleicht sogar einige Mühe haben sich klar zu machen, dafs an der ganzen Figur nicht ein einziger Winkel von 90° zu sehen ist.

Blicken wir nun wieder auf unsere nach oben scheinbar divergirende Parallellinien zurück, so ist klar, dafs die scheinbare Divergenz nach oben einen spitzen Winkel nach unten voraussetzt (Divergenzwinkel), der bei wirklich parallelen Linien bekanntlich = 0 sein müfste.

Setzen wir nun einen nach oben offenen spitzen Winkel von beliebiger Gröfse an die Aufsenseite einer nach oben divergirenden Pseudoparallele, dann mufs dieser Winkel, verglichen mit der lothrechten Linie an welche er sich wirklich ansetzt, offenbar gröfser erscheinen als er ist, und zwar genau um so viel gröfser als es der halbe Divergenzwinkel der Pseudoparallelen erfordert. Mit diesem kleinen, dem halben Divergenzwinkel der Pseudoparallelen entsprechenden Gröfsenüberschufs über

den Nullwinkel des wirklichen und wahren Parallelismus beginnt die Beurtheilung der scheinbaren Winkelgröfse jedes, an eine lothrechte Linie angesetzten, nach oben sich öffnenden, spitzen Winkels; um diese kleine Differenz mufs er gröfser erscheinen, als er wirklich ist.

Läfst man diese Annahme vorläufig als richtig gelten, dann wird andererseits doch noch zu fragen sein, ob nicht ebenso folgerichtig auch widersprechende Behauptungen geltend gemacht werden können.

Wenn spitze Winkel allgemeinhin gröfser erscheinen als sie sind, dann müssen die, jeden spitzen Winkel zu zwei Rechten ergänzenden stumpfen Nebenwinkel kleiner erscheinen, als sie sind — darüber besteht keine Meinungsverschiedenheit. — Wie aber, wenn wir den spitzen Winkel mit seinem, ihn zu einem rechten Winkel ergänzenden Complementärwinkel vergleichen? Dieser Complementärwinkel ist ja selbst auch ein spitzer Winkel! — Wenn beide spitze Winkel gröfser erscheinen als sie sind, dann mufs nothwendig auch der rechte Winkel gröfser erscheinen als ein rechter Winkel. Wir dürfen aber — nach Allem was hierüber als anerkannt gilt — annehmen, dafs die Gröfse eines rechten Winkels im Allgemeinen mit einer verhältnifsmäfsig grofsen Genauigkeit richtig eingeschätzt und angegeben werden kann. Ist diese letztere Annahme zutreffend, dann ist nicht wohl möglich, dafs zwei spitze Winkel, die sich gegenseitig zu einem rechten Winkel ergänzen, beide zugleich gröfser erscheinen können als sie wirklich sind. Wenn der eine von beiden gröfser erscheint als er ist, und wenn man nicht bestreitet, dafs ein rechter Winkel verhältnifsmäfsig genau als solcher erkannt werden kann, dann mufs der andere nothwendig kleiner erscheinen als er ist.

Die Erfahrung lehrt — wie wir sogleich sehen werden — dafs es sich wirklich so verhält: von zwei zu einem rechten Winkel sich ergänzenden spitzen Winkeln wird in der Regel der eine für gröfser, der andere für kleiner gehalten als er ist.

Versuchen wir zuvor diese Frage auch in analytischer Form noch etwas besser zu beleuchten, indem wir zuerst ganz allgemeinhin das Verhalten einer einzelnen schrägen Linie näher prüfen.

Im ebenen Raum haben wir nur zwei, jederzeit festbestimmbare Richtungen: die lothrechte Richtung gegen den Mittelpunkt der Erde und die überall gleiche, ebene Oberfläche des Wassers, d. h. also: die verticale und die horizontale Richtung. — Alles was nicht horizontal und nicht vertical ist, ist schräg! — Der Grad der Schrägheit einer gegebenen geraden Linie kann nicht anders bestimmt werden als durch das Richtungs-Verhältnifs zu einer horizontalen, oder zu einer verticalen Linie, d. h. durch die Gröfse des, in Folge des Zusammentreffens beider Linien, entstehenden Winkels.

Der Grad der Schrägheit einer Linie, deren Coordinaten an dem einen Endpunkte x und y, an dem anderen — wie wir annehmen wollen höher liegenden — Endpunkte x^{I} und y^{I} heifsen mögen, läfst sich ausdrücken durch die Gleichung:

$$\text{tang.} = \frac{y^{\mathrm{I}} - y}{x^{\mathrm{I}} - x}$$

oder, wenn wir den tieferen Endpunkt der schrägen Linie in die verticale (y) Axe verlegen, mithin $x = 0$ setzen, und wenn wir den hieraus entstehenden nach oben offenen spitzen Winkel mit dem Buchstaben α bezeichnen:

$$\text{tang.}\, \alpha = \frac{x^{\mathrm{I}}}{y^{\mathrm{I}} - y}.$$

Setzen wir nun auch noch $x^{\mathrm{I}} = 0$, dann wird der Winkel $\alpha = 0$ und die schräge Linie fällt ganz und gar in die y Axe. Wegen der Divergenz der Pseudoparallelen mufs aber der kleine Winkel ε, der bei wirklich parallelen Linien $= 0$ ist, nun noch hinzu addirt werden, um dem Winkel α seine volle scheinbare Gröfse zu sichern.

Dieses ε ist nach Volkmann's Untersuchungen — wie wir bereits wissen — eine variable Gröfse. Die Gröfse ε nimmt ab wenn α gröfser wird, und zwar in einem Verhältnisse, wonach $\varepsilon = 0$, oder fast $= 0$ wird, wenn α die Gröfse eines rechten Winkels erreicht. Unser spitzer Winkel α soll aber nicht $= 0$ sein; er soll einen beliebigen Werth annehmen, welcher zwischen 0° und 90° liegt. — Verlegen wir nun den Scheitelpunkt dieses Winkels — indem wir auch $y = 0$ setzen — in den Kreuzungspunkt unserer Coordinaten, dann hat dieser spitze Winkel einen ebenfalls spitzen Winkel als complementären Nach-

barn, der ihn zu einem rechten Winkel ergänzt. Dieser complementäre Winkel mufs also, — nicht blofs theoretisch, sondern factisch und praktisch augenscheinlich kleiner sein, wenn jener erstere gröfser ist, oder gröfser zu sein scheint; es ist nicht möglich, dafs die Summe zweier sichtbarer Gröfsen gröfser oder kleiner sein oder erscheinen kann, als sie in Wirklichkeit ist.

Die Erfahrung lehrt, dafs es sich wirklich so verhält!

Wir haben, um erfahrungsmäfsiges Material zu sammeln, folgendes Verfahren eingeschlagen:

Auf einem, auf ein Zeichenbrett aufgespannten Bogen Papier wurde ein grofses rechtwinkliges Coordinatenkreuz aufgezeichnet, und auf einem Stückchen Pauspapier wurde mit der Reifsfeder eine gerade Linie gezogen. — Die Aufgabe des Beobachters, der möglichst genau der verticalen Mittellinie gegenüber gesetzt wurde, bestand nun darin, bei unveränderter Stellung, jeden der vier um das Coordinatenkreuz gelagerten rechten Winkel durch die auf dem Pauspapier gezeichnete Gerade, nach Augenmaafs, in zwei gleichgrofse halbe Rechte (45°) zu theilen. — Die auf diese Weise getheilten (halbrechten) Winkel wurden dann wieder zu scheinbar ganzrechten Winkeln zusammengelegt und zwar in solcher (veränderten) Weise, dafs die Oeffnung der vier scheinbaren Rechtwinkel nach oben, nach unten, nach rechts und nach links gerichtet war.

Diese Versuche zeigten in einzelnen Fällen zwar grofse Zahlen-Schwankungen und bestätigen damit die Richtigkeit unserer oben ausgesprochenen Ansicht, dafs die Schätzung von Winkelgröfsen nach Augenmaafs aufserordentlich schwierig und unsicher sei.

Soviel sich aus unseren bisherigen nicht sehr zahlreichen Prüfungen entnehmen läfst, ist — in Uebereinstimmung mit den Beobachtungen von Oppel und in Uebereinstimmung mit der angeblichen „Ueberschätzung verticaler Gröfsen" — gefunden worden, dafs der nach oben offene rechte Winkel, fast ohne Ausnahmen, gröfser erscheint als 90°, und dafs der nach unten offene Winkel, gewöhnlich zwar etwas kleiner als der nach oben offene, immerhin jedoch auch noch gröfser erscheint als 90°. Die beiden seitlich sich öffnenden Rechtwinkel erscheinen dagegen durchschnittlich kleiner als 90°.

Wir lassen hier eine kleine numerisch geordnete Uebersichtstabelle (10 Beobachtungen) zweier Beobachter (I und II) nachfolgen, die das Gesagte besser klarlegen soll.

Tabelle A.

I. oben	I. unten	I. rechts	I. links	II. oben	II. unten	II. rechts	II. links
92° 17′	91° 9′	90° 50′	85° 44′	91° 18′	93° 52′	91° 1′	83° 49′
91° 23′	91° 26′	90° 48′	86° 23′	97° 0′	89° 14′	89° 12′	84° 34′
95° 52′	92° 44′	87° 14′	84° 10′	100° 11′	91° 34′	82° 55′	85° 20′
88° 54′	91° 1′	93° 18′	86° 47′	97° 24′	92° 46′	85° 1′	84° 49′
88° 47′	90° 0′	91° 33′	89° 40′	96° 36′	90° 48′	88° 25′	84° 11′

	Mittel aus je 5 Beobachtungen zweier Beobachter		Mittel aus allen 10 Beobachtungen
Oben	91° 26,6′	96° 29,8′	93° 58,2′
Unten	91° 16,0′	91° 38,8′	91° 27,4′
Rechts	90° 44,6′	87° 18,8′	89° 1,7′
Links	86° 32,8′	84° 32,6′	85° 32,7′

Es würde sich, wenn im Verfolg ähnlicher Untersuchungen — woran wir nicht zweifeln — ähnliche Resultate erzielt werden, hieraus ein gesetzmäfsiges Verhalten entnehmen lassen, welches dahin formulirt werden mufs, dafs spitze Winkel, die sich mit einem ihrer Schenkel der verticalen Richtung anschliefsen, irrthümlich leicht für gröfser gehalten werden als sie sind, während ebensolche Winkel, die sich mit einem ihrer Schenkel der horizontalen Richtung anschliefsen, ebenso leicht für kleiner gehalten werden als sie in Wirklichkeit sind.

Eine zweite Reihe ähnlicher Versuche wurde so eingerichtet, dafs die beiden seitlichen Quadranten mit einander vertauscht, dafs also die beiden rechten Quadranten auf die linke, die beiden linken Quadranten auf die rechte Seite verlegt wurden. Der Beobachter wurde — wie bei dem vorigen Versuche — vor die Mitte einer über ein genau rechtwinkliges Papierblatt gezogenen horizontalen Linie gesetzt. — Seine Aufgabe war: die vier rechten Winkel, welche an den Enden der Horizontallinie mit den Papierrändern gebildet werden — nach Augenmaafs — zu halbiren. Bei diesen Versuchen wurden nur die vier, der horizontalen Linie anliegenden, halb-rechten Winkel in Berechnung gezogen.

Das Resultat war überraschend, wenn auch nicht unerwartet. — Die (nicht unerheblichen) Unterschiede von rechts und links lassen wir auf sich beruhen, weil sie, aller Wahrscheinlichkeit nach, auf (nicht näher untersuchte) Verschiedenheiten der beiden Augen zurückzuführen sind. Interessant ist aber der Unterschied von unten und oben, welcher deutlich zeigt, dafs die oberen Werthe durchschnittlich kleiner (also unrichtiger) sind, während die unteren dem richtigen Werth von 45° viel näher kommen. Es beruht dies auf denselben Ursachen, welche — wie wir oben gesehen haben — die Täuschung der Poggendorff'schen Figur beim Verschieben nach rechts oder nach links erleidet. Durch die Blickwendung von der Mitte aus, nach rechts oder nach links, gelangt das Auge, dem Winkeltheilungsstriche gegenüber, in eine der Verticalen ziemlich nahe Richtung, in welcher — wie wir wissen — die Täuschung verschwindet.

Wir lassen auch hierüber eine tabellarische Zahlenübersicht einer Versuchsreihe von 10 Beobachtungen nachfolgen.

Tabelle B.

Links		Rechts	
oben	unten	oben	unten
41° 8′	51° 15′	39° 57′	42° 41′
36° 43′	42° 48′	38° 25′	41° 42′
42° 13′	45° 33′	39° 31′	36° 32′
41° 8′	46° 33′	36° 59′	43° 51′
43° 3′	46° 33′	37° 44′	45° 0′
42° 17′	46° 38′	40° 36′	43° 54′
44° 35′	45° 47′	43° 3′	40° 22′
37° 23′	46° 6′	42° 23′	37° 23′
40° 43′	44° 38′	39° 11′	40° 29′
37° 58′	46° 33′	35° 41′	43° 27′
im Mittel:			
40° 43′	46° 14′	39° 21′	41° 32′

oder, je zwei scheinbar halbrechte Winkel nach den vier verschiedenen Richtungen zusammenaddirt:

Oben	80° 4′	Rechts	80° 53′
Unten	87° 46′	Links	86° 57′

Eine dritte Reihe ganz ähnlicher Versuche wurde an einer verticalen Linie vorgenommen, wobei ebenfalls nur die vier der Verticale anliegenden Winkel in Betracht gezogen wurden. Die Resultate dieser dritten Versuchsreihe sind in nebenstehender Tabelle C zusammengestellt.

Wie in der zweiten Reihe das „Rechts“ und „Links“, so ist in dieser dritten Reihe das „Oben“ und „Unten“ vertauscht: der in der ersten Reihe nach unten sich öffnende Winkel liegt nun oben, und der nach oben sich öffnende Winkel liegt unten.

Diese dritte Reihe ist insofern von Interesse als sie — wenn auch nur durch kleine Differenzen — ganz deutlich zu erkennen giebt, daſs das Gröſsenverhältniſs der Winkel sich ebenfalls umgekehrt hat. In der ersten Reihe war der obere Winkel gröſser als der untere; in der dritten Reihe ist der untere gröſser als der obere; in beiden Fällen ist aber die Winkelöffnung nach oben gerichtet; umgekehrt verhält es sich mit den beiden anderen Winkeln.

Tabelle C.

oben	unten
87° 50′	89° 22′
91° 34′	89° 13′
95° 21′	90° 47′
90° 34′	97° 46′
93° 24′	98° 12′
92° 12′	92° 44′
91° 57′	98° 56′
91° 6′	94° 55′
82° 20′	90° 22′
86° 30′	86° 54′
im Mittel:	
90° 17′	92° 51′

Wenn wir die vier in Rede stehenden Winkel in leicht verständlicher Weise ($\overset{o}{\vee}$, $\underset{u}{\wedge}$, $\overset{u}{\vee}$, $\underset{o}{\wedge}$) bezeichnen und wenn wir sie vergleichsweise neben einander stellen, dann ist, in mittleren Zahlen ausgedrückt:

$$\overset{o}{\vee} = 93^{\circ}\ 58{,}2'$$
$$\underset{u}{\wedge} = 91^{\circ}\ 27{,}4'$$
$$\underset{o}{\wedge} = 90^{\circ}\ 17'$$
$$\overset{u}{\vee} = 92^{\circ}\ 51'$$

In allen vier Fällen sind diese vier Winkel **g r ö f s e r** als 90°, während in den analogen vier Fällen der ersten und zweiten Versuchsreihe

$$<_{r} = 89^{\circ}\ \ 1{,}7'$$
$${}_{l}> = 85^{\circ}\ 32{,}7'$$
$$<_{l} = 86^{\circ}\ 57'$$
$${}_{r}> = 80^{\circ}\ 53'$$

alle vier Winkel ohne Ausnahme **k l e i n e r** sind als 90°.

Das gesetzmäfsige Verhalten wonach alle spitzen Winkel, deren **e i n e r** Schenkel in der Horizontalrichtung liegt, **k l e i n e r**, und alle spitzen Winkel, deren einer Schenkel in der Verticalrichtung liegt, **g r ö f s e r** erscheinen als sie sind, wird demnach durch alle drei Versuchsreihen bestätigt.

Es läfst sich hiernach mit einiger Wahrscheinlichkeit annehmen, dafs Winkel, deren Schenkel weder in der horizontalen noch in der verticalen Richtung liegen, annähernd nach der ihnen nächsten dieser beiden Richtungen, schätzungsweise Beurtheilung finden werden.

Wir haben noch ein anderes Verhalten zu beachten, welches wir vorläufig in folgender Form ausdrücken wollen:

$\vee^{o}$ ist gröfser als $\vee^{u}$ und
$\wedge_{u}$ „ „ „ $\wedge_{o}$

oder, in mittleren Zahlenwerthen ausgedrückt:

$$93^{\circ}\ 58{,}2' > 92^{\circ}\ 51' \text{ und}$$
$$91^{\circ}\ 27{,}4' > 90^{\circ}\ 17'$$

und

$<_{r}$ ist gröfser als ${}_{r}>$ und
$<_{l}$ „ „ „ ${}_{l}>$

oder, in mittleren Zahlen ausgedrückt:

$$89^{\circ}\ 1{,}7' > 80^{\circ}\ 53'.$$
$$86^{\circ}\ 57' > 85^{\circ}\ 32{,}7'.$$

Dieses letztere Verhalten lassen wir vorläufig unberührt; es bedarf vor allen Dingen zuvor noch einer festeren Begründung des constanten Vorkommens durch fortgesetzte Untersuchungen an gut geeigneten Versuchspersonen, welche uns selbst, zur Zeit, leider nicht zur Verfügung stehen.

Andere Täuschungsfiguren.

Auf Grund unserer bisherigen Erörterungen glauben wir noch einige andere geometrisch-optische Täuschungen befriedigend erklären, oder — richtiger ausgedrückt — auf gemeinsame Grundgesetze zurückführen zu können.

1. Eine schräge Linie, deren mittleres Drittheil in einen leeren Zwischenraum verwandelt ist, oder — mit anderen Worten — zwei von einander getrennte, aber in vollkommen gleicher Schrägrichtung verlaufende Linien können eine Täuschung bewirken, wonach es scheint, als ob die obere Linie, anstatt in ihrer geradlinigen Verlängerung mit der unteren zusammenzufliefsen, über dieselbe hinweggeht.

Bezeichnen wir die Coordinaten der vier Endpunkte dieser beiden Linien mit den Buchstaben x und y und versehen wir diese beiden Buchstaben, in ihrer Reihenfolge von unten nach oben, mit entsprechenden Stellenzeigern, dann wird der nach oben offene spitze Schrägheitswinkel (α), welchen diese beiden Linien, hinreichend verlängert, mit der verticalen y-Ordinate einschliefsen, auszudrücken sein durch die Gleichung:



Figur 11.

$$\text{tang}\ \alpha = \frac{x^{II} - x^{I}}{y^{II} - y^{I}} = \frac{x^{IV} - x^{III}}{y^{IV} - y^{III}}.$$

Wir wissen aber, dafs dem Winkel α noch ein kleiner Winkel (ε) hinzugerechnet werden mufs, wenn die scheinbare Winkelgröfse gesucht wird.

In Folge dieser Veränderung werden x^{I} und x^{III}, sowie auch y^{I} und y^{III} gar nicht, x^{II} und x^{IV} kaum merklich, verändert; nur y^{II} und y^{IV} werden dadurch in Mitleidenschaft gezogen; sie werden kleiner und folglich werden auch die Nenner obiger beiden Brüche kleiner, die Brüche selbst also gröfser. Durch die Verkleinerung der Ordinaten y^{II} und y^{IV} wird aber die Richtung der beiden Linien verändert. Da nun die durch $x^{I} y^{I}$ und $x^{III} y^{III}$ bestimmten beiden (tiefer liegenden) Punkte in ihrer Lage völlig unverändert bleiben, so kann eine durch diese beiden Punkte gelegte gerade Linie nun nicht zugleich auch die beiden anderen, ihrer Lage nach veränderten Endpunkte treffen. Da jedoch die veränderte Winkelstellung bei beiden Linien gleich grofs ist, so mufs auch die veränderte Richtung gleich grofs sein, und einen parallelen Verlauf beider Linien bedingen, und zwar so, dafs die höher liegende Linie die höher liegende bleibt, und also in ihrer Verlängerung über die andere hinwegzuziehen scheint. — Das ist es gerade, was als „optische Täuschung“ (als noniusartige Verschiebung) an diesen beiden Linien bemerkt wird.

2. Die soeben besprochene Täuschungsfigur ist im Grunde genommen nur eine Vereinfachung derjenigen Täuschungsfigur von der wir ursprünglich ausgegangen sind (Figur 1). Sie ist insofern vereinfacht, als der leere Zwischenraum von keinerlei

Grenzlinien eingefafst ist. Alles früher hierüber Gesagte mufs demnach Geltung behalten gleichviel in welche Richtung die etwa hinzufügenden Grenzlinien hineingelegt werden, oder überhaupt hineingelegt werden können.

Wir benutzen diese Gelegenheit um noch besonders darauf hinzuweisen, dafs die noniusartige Verschiebung der beiden Linien auch dann Geltung behält und behalten mufs, wenn der leere Zwischenraum durch parallele Horizontallinien begrenzt wird, und möchten im Voraus dem Einwand begegnen, dafs die für vertical nach oben divergirenden Pseudoparallelen geltenden Gesetze nicht auch für horizontale Parallelen volle Geltung behalten sollten.

3. Das Quadrat. Es gilt ziemlich allgemein als eine ausgemachte Thatsache, dafs, bei Vergleichung horizontaler und verticaler Dimensionen, sich ein „constanter Fehler" zeigt, der darin besteht, dafs die verticalen Dimensionen überschätzt werden.

Von zwei gleichgrofsen Dimensionen, von denen die eine horizontal liegt, die andere vertical steht, wird die verticale für gröfser gehalten und demnach kleiner eingeschätzt. Ein von ungeübten Zeichenschülern nach Augenmaafs gezeichnetes Quadrat soll, bei näherer Prüfung, sich gewöhnlich als ein rechteckiges Viereck mit länglicher Basis erweisen.

Wie grofs die Unter- oder Ueberschätzung sei, darüber gehen die betr. Angaben weit auseinander. Oppel[1], der zuerst auf diesen „constanten Fehler" aufmerksam gemacht hat, sagt: „So wird ein rechtwinkliges Viereck von 8 Zoll Höhe auf $8\frac{1}{2}$ Zoll Grundlinie willig für ein Quadrat erkannt, während ein wirkliches Quadrat, daneben gehalten, um etwa $\frac{1}{2}$ Zoll zu hoch erscheint." — Wundt schätzt die Gröfse dieser „bedeutendsten und zugleich variabelsten Schwankung" auf $\frac{1}{7}$ bis $\frac{1}{20}$, und Helmholtz veranschlagt diesen „constanten Fehler" auf $\frac{1}{30}$ bis $\frac{1}{60}$; im Mittel auf $\frac{1}{40}$. — Wahrscheinlich ist, dafs nach einiger Uebung und bei geschärfter Aufmerksamkeit, der Unterschied noch sehr viel kleiner, wenn nicht ganz verschwindend, gefunden werden würde.

Ein nach unseren Voraussetzungen bei flüchtigem Umherblicken gewonnenes Bild eines Quadrates müfste die Gestalt eines Tra-

[1] *Jahresber. des physikal. Vereins zu Frankfurt a. M.* 1854/55, S. 38.

pezes annehmen, dessen obere Parallelseite ein klein wenig gröfser ist, als die untere und dessen laterale Seiten folglich ein klein wenig schräg nach unten zusammenlaufen und mithin auch etwas länger sein würden, als die lothrechten Seiten eines richtig gezeichneten Quadrates.

Versuchen wir indessen den Ursprung dieser Täuschung noch in anderer Weise klar zu legen.

Wir wollen annehmen, es handle sich darum, einen rechten Winkel in zwei gleiche Winkel zu theilen, wie dies bei den Versuchen des vorhergehenden Abschnittes thatsächlich geschehen ist. Die beiden Schenkel des rechten Winkels sollen mit dem rechtwinkligen Coordinatenkreuz, sein Scheitelpunkt also mit dem Durchschnittspunkt der Coordinaten, zusammenfallen. Die obere Hälfte des getheilten Winkels heifse α^{I}, die untere Hälfte α^{II}. In Wirklichkeit ist also:

$$\alpha^{I} = \alpha^{II}.$$

Irgend ein Punkt in der theilenden Diagonale möge die Coordinaten x und y haben. — Daraus entsteht, bei jeder beliebigen Länge der Diagonale ein gleichseitiges Quadrat, in welchem sein mufs:

$$\text{tang. } \alpha^{I} = \text{tang. } \alpha^{II} = \frac{x}{y} = \frac{y}{x}.$$

Der Winkel α^{I} ist in Wirklichkeit $= 45^{0}$. — Der scheinbare Winkel α^{I} ist aber $= \alpha^{I} + \varepsilon$. Auf Grund der Volkmann-schen Tabellen können wir sogar berechnen, dafs in diesem Falle das variable ε ungefähr $= 0{,}5^{0}$ sein wird. Demnach wäre der Winkel $\alpha^{I} + \varepsilon$ ungefähr $= 45{,}5^{0}$, oder gleich 45 Grad 30 Minuten.

Offenbar ist nun (scheinbar):

$$\text{tang. } \alpha^{I} > \text{tang. } \alpha^{II} \text{ und also auch } x > y.$$

d. h. die Verticale ist scheinbar kleiner als die Horizontale.

Die Verticale mufs also — wenn der ungetheilte Winkel $(\alpha^{I} + \alpha^{II})$ als ein rechter und die ganze Figur als ein gleichseitiges Viereck anerkannt wird — für gröfser gehalten werden als sie ist, oder als sie sein würde, wenn eine scheinbare Vergröfserung des Winkels α^{I} und damit zugleich eine scheinbare Verkleinerung des Winkels α^{II} nicht stattfände.

Die entferntere Ursache des „constanten Fehlers“ liegt also, auch in diesem Falle, in der Divergenz der verticalen Pseudoparallelen.

Wir möchten zum Ueberflufs hier noch einmal darauf hinweisen, dafs, wenn Höhe und Basis eines gleichseitigen Quadrates von ungleicher Länge zu sein scheinen, die Diagonale den Scheitelpunkt des gegenüberliegenden rechten Winkels scheinbar eben auch nicht treffen kann, sondern noniusartig verschoben an ihm vorbei gehen mufs. Was von der Diagonale gilt, gilt ebenso auch von jeder anderen schrägen Linie, welche durch die obere und untere Horizontale des Quadrates hindurchgeht, ohne im Quadrat selbst sichtbar zu sein. — Mithin lassen sich auch bei horizontaler Lage der Figur 1 dieselben Erscheinungen auf dieselben Grundgesetze zurückführen.

4. Die Trapezformen. Eine andere Täuschung besteht darin, dafs gewisse Trapezformen, ähnlich denen der Fig. 12 a u. c, wenn sie absolut von gleicher Gröfse sind und genau lothrecht über einander gestellt werden, von ungleicher Gröfse zu sein scheinen.

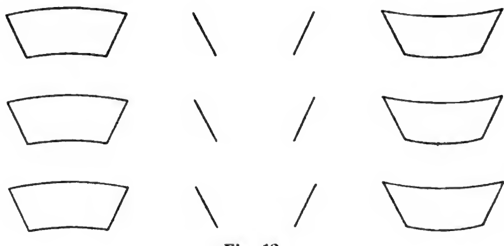


Fig. 12.

Offenbar sind die schrägen Seitenränder an diesen Figuren Dasjenige was die Täuschung hervorruft. — Nehmen wir diese Seitenränder weg, dann bleibt eine Anzahl abwechselnd längerer und kürzerer, über einander gestellter horizontaler oder bogenförmiger Parallelstriche übrig, an denen nichts besonders Bemerkenswerthes wahrzunehmen ist.

Nehmen wir dagegen die parallelen Horizontalstriche fort, dann bleibt eine Täuschungsfigur übrig, die wir bereits kennen gelernt haben. (Fig. 7 c und e.)

Diese Schrägstriche bilden — nach der vorausgesetzten völligen Gleichheit und völlig genauen Uebereinanderordnung — zwei streng-parallele verticale Reihen von Schrägstrichen,

die nach oben scheinbar convergiren oder divergiren je nachdem die Schrägstriche nach oben divergent oder convergent verlaufen, und bewirken dadurch das scheinbare Kleiner- oder Gröfserwerden der über einander gestellten gleichgrofsen Trapeze. — Bemerkenswerth ist, dafs die Täuschung sich leicht abschwächt, oder auch ganz verliert, wenn die Figuren nicht sehr regelmäfsig über einander geordnet sind.

Dieselbe Erscheinung in umgekehrter Anordnung zeigt sich an den beiden gröfseren Trapezen. Fig. 13.

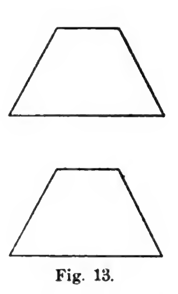


Fig. 13.

5. Eine andere Trapeztäuschung steht mit der obigen in voller Uebereinstimmung. — Die Täuschung besteht darin, dafs eine über der Figur angebrachte, ihrer oberen längeren Seite parallele und gleichlange Linie, kürzer — eine der unteren kürzeren Seite des Trapezes unter ihr angebrachte parallele und gleichlange Linie, länger erscheint als die ihr jedes Mal entsprechende, parallele Trapezseite. (Fig. 14.)

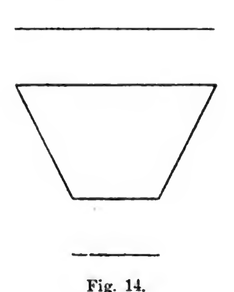


Fig. 14.

Denken wir uns wieder durch die Mitten der beiden Schrägseiten des Trapezes je eine senkrechte Linie — also zwei zu einander vollkommen parallele Linien — gezogen, die, weil jede von ihnen von einer Schräglinie durchkreuzt wird, welche an ihren Aufsenseiten nach oben — an ihren Innenseiten nach unten sich öffnende spitze Winkel bilden, nach oben zu convergiren scheinen, dann mufs jede gleichlange höher liegende Linie, im Zusammenhange mit der Figur betrachtet, kleiner, und jede gleichlange tiefer liegende Linie gröfser erscheinen als sie ist, und folglich auch

gröfser, resp. kleiner, als die mit ihnen gleichlaufenden unteren, resp. oberen Parallelseiten des Trapezes.

6. Ein anderes, auf analoge Grundgesetze zurückzuführendes Beispiel wird von einigen Autoren als Täuschungsfigur angeführt. Diese Figur besteht aus einer Reihe gleichlanger, nach gleichem Radius gezogener und parallel über einander gelagerter Bogenstücke, wobei „ganz wie bei dem Zöllner'schen Muster" zwei, ihre sämmtlichen Endstücke mit einander verbindende verticale, nach oben scheinbar divergirende Parallellinien die Täuschung hervorrufen, dafs „die Gröfse der Kreisbogen von unten nach oben sich stetig zu vergröfsern scheint" (Wundt).

7. Es giebt im täglichen Leben noch eine Menge von Verhältnissen und Figuren, an denen, unter dem vorherrschenden Eindruck eines nach oben divergirenden Pseudoparallelismus, die höher gelegenen Theile gröfser erscheinen als die tiefer liegenden.

Wir wollen nur aus der Buchdruckerschrift einige Beispiele auswählen.

Der Buchstabe S aus der Antiquaschrift soll so aussehen als ob seine obere und seine untere Hälfte gleiche Form und gleiche Gröfse hätten. In Wirklichkeit ist aber Form und Gröfse verschieden; wäre dies nicht der Fall, dann würde die obere Hälfte gröfser zu sein scheinen als die untere. Die eine Hälfte wird deshalb kleiner geschnitten als die andere, und diese kleinere Hälfte mufs nach oben gerichtet sein. Steht die kleinere Hälfte nach unten, dann bemerkt jeder gute Corrector sogleich, dafs der, übrigens vollkommen symmetrisch gebaute Buchstabe verkehrt steht, weil die unten stehende kleinere Hälfte gegen die, als obenstehend nun um so gröfser erscheinende, gröfsere Hälfte verhältnifsmäfsig noch kleiner erscheint als sie in Wirklichkeit ist. Stellt man — wie es sein soll — die kleinere Hälfte nach oben, dann erscheinen beide Hälften in Form und Gröfse vollkommen gleich.

Aehnlich verhält es sich auch mit der Ziffer 8 und ähnlich — wiewohl in weniger auffallender Weise — mit den Buchstaben *B* und *K* und manchen anderen Dingen. Dieselbe Täuschung, mit Rücksicht auf die nach oben oder nach unten sich öffnenden Winkel, läfst sich auch an den Buchstaben *N* und *X* wahrnehmen.

Noch mehr Beispiele anzuführen wäre überflüssig.

8. Hinsichtlich der allgemeinhin sehr schwer zu beurtheilenden Winkelgröfse haben wir noch einige Bemerkungen nachzutragen.

Helmholtz, der über das Gröfsererscheinen spitzer Winkel sich sehr vorsichtig ausdrückt [1], behauptet, dafs in jedem gleichschenkligen Dreieck, dessen dritte Seite horizontal gehalten wird, der Spitzenwinkel immer kleiner erscheint als er ist. Diese Bemerkung erstreckt sich nach ihm auch auf das gleichseitige Dreieck, dessen drei Winkel bekanntlich gleich grofs (= 60°) sind. Auch in dem gleichseitigen Dreieck erscheint nach ihm der der horizontalen Basis jedesmal gegenüberliegende Winkel kleiner als die beiden anderen Winkel.

9. In Uebereinstimmung hiermit lesen wir bei Oppel [2] folgende Bemerkung:

„Dieselbe Augentäuschung zeigt sich bei der Construction von Winkeln und Dreiecken. Ein Winkel von 93° ... so gezeichnet, dafs seine Halbirungslinie in verticaler Richtung verlaufen würde, wird von dem Auge unbefangener Betrachter willig als ein rechter Winkel anerkannt; — dreht man jetzt die Tafel (auf welcher die Figur gezeichnet ist) um eine Viertelswendung, so dafs die Oeffnung des Winkels nach rechts oder links, d. h. die (gedachte) Halbirungslinie horizontal zu liegen kommt, so erscheint der Winkel sofort als ein stumpfer. Dagegen läfst das Auge einen Winkel von ca. 87° in der letztbeschriebenen Lage unbedenklich als einen rechten gelten, während es ihn nach Umdrehung der Zeichnung um eine Viertelswendung sofort als einen spitzen erkennt. Umgekehrt: Verlangt man z. B. ein gleichschenkliges rechtwinkliges Dreieck mit horizontaler Basis, so wird die Mehrzahl der Schüler ein stumpfwinkliges (?) — soll dagegen die Basis aufrecht stehen, ein spitzwinkliges Dreieck zeichnen.“

Nur das eine, von mir mit einem Fragezeichen versehene, Wort: „stumpfwinklig“ stimmt nicht ganz mit Helmholtz überein, oder scheint wenigstens mit ihm nicht ganz übereinzustimmen, denn Helmholtz spricht nicht von rechtwinkligen Dreiecken, sondern nur von gleichseitigen Dreiecken (deren Winkel = 60°) und von solchen gleichschenkligen Dreiecken,

---

[1] „Spitze Winkel erscheinen in der Regel verhältnifsmäfsig zu grofs.“

[2] *Jahresber. des physikalischen Vereins zu Frankfurt a. M.* 1854/55, S. 39.

deren Spitzenwinkel kleiner ist als 60°. Es ist damit nicht ausdrücklich gesagt, dafs es sich ebenso verhalte bei Dreiecken deren Spitzenwinkel gröfser ist als 60°.

Abgesehen von dieser letzteren Differenz, deren endgültige Entscheidung wohl noch weiteren Versuchen anheimgegeben werden mufs, lassen sich die hier unter 8 und 9 angeführten Täuschungen ganz ungezwungen auf unsere divergirenden Pseudoparallellinien und auf die dadurch bedingte Winkelgröfsentäuschung zurückführen.

Man denke sich bei einem auf horizontaler Basis stehendem gleichseitigem Dreieck durch die Mitten der beiden gleichen Schenkel zwei senkrecht stehende Parallelen gelegt, dann erhalten wir ein neues Beispiel zu unserer Fig. 7c u. e, woran wir sehen, dafs die beiden gleichen Schenkel wie Schrägstriche durch die Parallelen wirken, und diese scheinbar zu stärkerer Divergenz nöthigen; dadurch können auch die Schrägstriche — in unserem Falle also die beiden gleichen Dreiecksseiten — weniger convergent, der von ihnen eingeschlossene spitze Winkel also kleiner erscheinen als er ist.

Das Dreieck stellt sich hier einem Trapez gleich, dessen gröfsere Parallelseite als Basis dient und dessen gegenüberliegende kleinere Seite sich bis zum völligen Verschwinden verkleinert. Die Täuschung wird beim Dreieck um so stärker sein, je kleiner der Spitzenwinkel und wird, wenn dieser den (variablen) Werth 2ε erreicht hat — also bevor er noch $= 0$ geworden ist — die beiden Dreiecksseiten als parallel erscheinen lassen. Andererseits wird die Täuschung abnehmen, je gröfser der Spitzenwinkel, und wird gänzlich verschwunden sein, bevor der Spitzenwinkel den Werth von 180° erreicht hat.

Nachträgliches.

Zum Schlufs noch einige nachträgliche Bemerkungen über Prüfungs-Methoden und über andere verwandte Gegenstände.

Die Prüfung geometrisch-optischer Täuschungen ist besonders deshalb so aufserordentlich schwierig, weil sie, innerhalb gewisser Grenzen, in Form und Stärke beständig schwanken und deshalb dem Beobachter keinen festen Halt für tadellos durchführbare Messung darbieten. Will man möglichst reine und allgemein

gültige Resultate erzielen, dann kommt es nicht auf lange Beobachtungsreihen an, aus denen mittlere Werthe berechnet werden, es kommt vielmehr auf die Qualität des Beobachters an. Der Beobachter mufs intelligent und mit guten Sinnen begabt sein — das versteht sich von selbst; er mufs aber auch — was noch wichtiger ist — völlig unbefangen sein, d. h. er darf absolut keine Kenntnifs haben von der in Frage stehenden Täuschung. Ein übrigens guter Beobachter kann schon nach dem zweiten oder dritten Versuch unbrauchbar werden, wenn er vielleicht selbst bemerkt, dafs er sich getäuscht hat und wenn er sich nun bemüht seinen Irrthum zu verbessern. Wer die Täuschung bereits kennt, der kann kaum anders als unzuverlässig urtheilen, weil er, schwankend zwischen der Furcht den Fehler zu übertreiben und der Besorgnifs ihn allzu ängstlich zu vermeiden, zu einer befriedigenden Entscheidung nicht kommen kann.

Das beste Beobachter-Material hat wohl Oppel gehabt, der den geometrischen Zeichenunterricht — gewifs nicht zum Nachtheil seiner Schüler — dazu benutzte um sich über das constante Vorkommen gewisser Unrichtigkeiten in den Zeichnungen genauer zu informiren. Mit ihm beginnt eigentlich erst das Studium dieser Täuschungen und durch ihn sind die meisten und wichtigsten Täuschungsfiguren bereits bekannt geworden. Es wäre, unseres Erachtens von grofsem Nutzen, wenn, bei Gelegenheit des geometrischen Zeichenunterrichtes, die beim Zeichnen regelmäfsig vorkommenden („constanten") Unrichtigkeiten einer ganz besonders aufmerksamen Beachtung gewürdigt würden. Nicht nur würden die Schüler sich frühzeitig an richtiges Sehen und an Vermeidung solcher Fehler gewöhnen; es würde dadurch, ohne allen Zweifel, auch über etwaige individuelle Disposition, sowie allgemeinhin über die ursächlichen Momente solcher Fehler ein neues und besseres Licht verbreitet werden.

Volkmann sagt (l. c. S. 213):

„Es würde meines Erachtens zu weit führen, die sämmtlichen Versuchsreihen mit Hülfe des bisher benutzten Experimentalverfahrens zu wiederholen" . . . . „Weit zweckmäfsiger ist unstreitig, durch Veränderung der Versuchsmethode neue Angriffspunkte zu gewinnen und den unvermeidlichen Beobachtungsfehlern eine andere Richtung zu geben."

Wir sind nicht im Besitz des VOLKMANN'schen Versuchs-Apparates und haben unsere — allerdings nicht sehr zahlreichen — Prüfungen nach einer anderen, sehr einfachen, hinsichtlich der Genauigkeit aber vollbefriedigend genauen Methode ausgeführt:

Auf einem gewöhnlichen Zeichenbrett wird ein Bogen Papier befestigt und auf diesem Letzteren eine 30 oder 40 cm lange gerade Linie gezogen. Das Zeichenbrett wird so aufgestellt, dafs dessen Fläche mit der Gesichtsfläche des Beobachters ungefähr parallel, und der gezogene Strich genau lothrecht steht. Nun wird an irgend einer beliebigen Stelle, in der Nähe des unteren Endes der Linie, ein schwarzer Faden befestigt. — Der Beobachter hat alsdann das andere Ende des Fadens so zu richten, dafs ihm beide Linien (der schwarze Faden und der schwarze Strich) genau parallel neben einander zu liegen scheinen. Um aber die gestellte Aufgabe etwas zu erschweren d. h. um es dem Beobachter unmöglich zu machen, die gleichgrofse Entfernung an den äufsersten Enden der beiden Linien nach Augenmaafs mit einander zu vergleichen, wird der obere Theil beider Linien in geeigneter Weise durch ein Blatt Papier verdeckt, so dafs dem Beobachter nur ein verhältnifsmäfsig kleiner Theil (3 oder 4 cm oder je nach Befinden etwas mehr oder weniger) beider Linien zur Beobachtung frei bleibt. Der schwarze Faden der hinter oder unter dem bedeckenden Papierblatt hindurchgeht, mufs, stramm angezogen, vom Beobachter so lange hin und her bewegt werden, bis — seinem Augenmaafs entsprechend — die richtige Parallelrichtung gefunden ist.

Bei diesem Versuche ergiebt sich, fast ohne Ausnahme, dafs, wenn das untere Ende des Fadens neben der r e c h t e n Seite der vertical gezogenen Linie befestigt war, der Faden o b e n n a c h r e c h t s — und wenn er neben der l i n k e n Seite befestigt war, o b e n n a c h l i n k s von der parallelen Richtung abweicht. Bei der beträchtlichen Länge der beiden Schenkel kann der Abweichungswinkel mit mehr als befriedigender Genauigkeit gemessen oder berechnet werden.

Es bedarf keiner besonderen Erwähnung, dafs man dieselbe Prüfung auch bei jeder beliebigen S c h r ä g s t e l l u n g der, anfänglich lothrechten Linie, ebenso wie auch bei h o r i z o n t a l e r Stellung, vornehmen kann. — Der Abweichungswinkel wird kleiner je mehr man sich der horizontalen Richtung nähert; er

wird aber, bei hinreichend erschwertem Versuch, selten oder nur ausnahmsweise = 0. In der Mehrzahl der Versuchsfälle fand sich der verdeckte Versuchsfaden etwas gesenkt, und zwar, wenn der Faden in der Mitte, gerade vor dem Beobachter befestigt war und der Versuch nach rechts hin ausgeführt wurde, — nach rechts und unten, wenn er nach links hin ausgeführt wurde — nach links und unten.

Dieses noch sehr primitive Versuchs-Verfahren würde sich leicht verbessern lassen, wenn an der Hinter- resp. Unterseite des Zeichenbrettes eine Vorrichtung angebracht würde, welche die unmittelbare Führung des Fadens durch die Hand ersetzt. Die Führung des Fadens könnte dadurch bequemer, und zugleich — durch den Wegfall des Orientirungsgefühls in der führenden Hand — erheblich unabhängiger gemacht werden.

Volkmann beschreibt das von ihm eingeschlagene Verfahren und das von ihm für seine Untersuchung benutzte Instrument mit folgenden Worten:

„An einer geraden, vor den Augen befindlichen senkrechten Wand sind zwei Drehscheiben so angebracht, dafs der Drehpunkt einer jeden in der optischen Axe des bezüglichen, auf die unendliche Ferne gerichteten Auges liegt. Auf jeder Scheibe ist eine feine Linie verzeichnet, welche das Centrum der Scheibe schneidet und also mit der Umdrehung dieser ihrer Lage ändert".

„Ich betrachte die auf den Scheiben befindlichen Linien (kurz: die Diameter) unter minimaler Convergenz der Augenaxen, sehe sie also in sehr wenig distanten Doppelbildern und verlange in der Erscheinung absoluten Parallelismus beider. Ich bemühe mich, während ich die eine Scheibe unberührt lasse, diesen Parallelismus durch Umdrehung der anderen Scheibe herzustellen."

Alles binoculäre Sehen müssen wir uns vorstellen als zusammengesetzt aus zwei, etwas von einander verschiedenen Bildern, von denen das eine dem rechten, das andere dem linken Auge angehört. Allerdings verschmelzen diese beiden Bilder zu einem zweieinigen Gesammtbilde, in welchem jedes einzelne Bild als solches nicht mehr unterscheidbar ist; immerhin aber doch so, dafs jedes seine Eigenthümlichkeit zu behaupten sucht, und bis zu gewissem Grade zu behaupten vermag. — Innerhalb

der strengen Grenzen des centralen Sehens ist von einer Selbstständigkeit der beiden Bilder Nichts zu bemerken; jenseits dieser Grenzen — also, da wo das excentrische Sehen beginnt — beginnt sogleich auch die Disjunction des Gesammtbildes. Die Selbstständigkeit des rechten und linken Auges tritt deutlicher und stärker hervor; an den Grenzen des centralen Sehens beginnt eine gerade Linie sich gabelförmig zu spalten. Wir bemerken dies freilich nicht immer sogleich und auch nicht ganz leicht, weil — wie früher schon einmal gesagt wurde — bei der Beweglichkeit unserer Augen, jede excentrische Stelle des Sehens, in jedem kleinsten Zeitmoment, sogleich wieder zur Centralstelle des Sehens gemacht werden kann. Aus der mosaikartigen Zusammensetzung unzähliger centraler Bildpunkte entsteht dann erst der Totaleindruck eines einzigen grofsen centralgesehenen Bildes, in welchem alle etwaigen Ungleichmäfsigkeiten excentrischer Neben-Beobachtung verwischt sind.

In der Medianlinie, wenn der betrachtete (körperliche) Gegenstand vom jedem der beiden Augen gleich weit entfernt ist, zeigt sich das binoculäre Sehen am regelmäfsigsten und vollkommensten. Liegt der (körperliche) Gegenstand weiter nach rechts, dann sieht das linke Auge — liegt er weiter nach links, dann sieht das rechte Auge etwas mehr von dem was das andere Auge n i c h t sieht. — In der Ebene erscheint der Zwischenraum zweier Parallellinien dem rechten Auge etwas weniger breit als dem linken, wenn dieser Gegenstand von der Mitte aus weiter nach links verschoben wird, und etwas breiter, wenn er nach rechts verschoben wird; — und umgekehrt. Die Verschiedenheit der beiden Augenbilder wird im Allgemeinen gröfser, je weiter der Gegenstand sich von der Mittellinie entfernt. Wir dürfen aber nicht übersehen, dafs diese Verschiedenheit — wenn auch in kaum bemerklicher Weise — schon in nächster Nähe neben der Median-Ebene anfängt und in grofser Nähe beträchtlicher ist als in weiter Ferne.

Jedes unserer beiden Augen hat — wie wir anzunehmen nicht gut umhin können — seinen eigenen kugelförmigen Horopter [1], dessen Mittelpunkt in dem Drehpunkte des Auges liegt. — Eine in der Median-Ebene des Körpers gelegene verticale

[1] Richtiger wäre vielleicht, die Netzhautform in der macula lutea als ellipsoide Rotationsfläche gelten zu lassen.

Linie entspricht einem Horopter-Meridian in jedem der beiden Augen; aber der rechte Horopter-Meridian kann mit dem linken Horopter-Meridian nur auf eine begrenzte Stelle vollständig verschmelzen; ein wenig höher und ein wenig niedriger, gehen die beiden Bilder gekreuzt, als selbstständige dem linken und dem rechten Auge angehörige Meridiane, wieder aus einander, wenn nicht die Blickrichtung und Blickbewegung dem Verschmelzungsbilde (unwillkürlich) so rasch nachfolgt, daſs man die Kreuzung gar nicht wahrnehmen kann.

Man kann sich von der Verschiedenheit der Einzel-Empfindung beider Augen durch folgenden sehr einfachen Versuch leicht überzeugen.

Wenn man einen Punkt fest fixirt und dabei in rascher Folge, bald das eine, bald das andere Auge verschlieſst, dann scheint der fixirte Punkt sich in homokinetischer Richtung mit dem Verschluſs zu bewegen: Der Punkt entweicht nach rechts, wenn das rechte, und nach links, wenn das linke Auge verschlossen wird. — Macht man denselben Versuch an einem verticalen Strich, oder, noch besser, an einem weiter entfernten verticalen Gegenstande wie z. B. an einer Telegraphenstange, oder an einem einzeln stehenden, hohen Fabrikschornstein, oder auch nur an der verticalen Begrenzungslinie eines Hauses, dann bemerkt man sehr deutlich eine abwechselnde Schrägstellung der verticalen Linie: das obere Ende entweicht nach links, wenn das linke — und entweicht nach rechts, wenn das rechte Auge geschlossen wird. Die Erscheinung gleicht vollkommen einer im umgekehrten Sinne (nach oben) schwingenden Pendelbewegung, wobei der unbewegliche Drehpunkt der Schwingung unter dem Horizonte liegt.

In gleicher Weise kann man sich auch von dem scheinbaren Schwanken einer horizontalen Linie überzeugen. — Verfolgt man, bei ebendemselben Versuche, die scheinbare Bewegung einer horizontal gerichteten Linie, dann bemerkt man, daſs beim Verschluſs des rechten Auges das linke — und beim Verschluſs des linken Auges das rechte Ende der betrachteten Linie, sich über das horizontale Niveau ein wenig erhebt, während das andere Ende sich dementsprechend ein wenig senkt.

Dieses sehr merkwürdige Verhalten, worüber spätere Untersuchungen uns gewiſs noch näheren Aufschluſs geben werden, ist sehr geeignet uns von dem Schrägscheinen einer loth-

rechten Linie zu überzeugen, und giebt uns zugleich einen unverkennbaren Hinweis auf die Entstehung scheinbarer Divergenz verticalstehender paralleler Linien. — Versetzen wir die verticale Linie aus der Medianebene weiter nach links oder weiter nach rechts, dann wird damit zugleich das rechte oder das linke Auge beim binoculären Sehact dominirend und die dem entsprechenden Auge angehörige Schrägheit des verticalen Meridians tritt mehr oder weniger deutlich in die Erscheinung.

Bei allen hierhergehörigen sogen. Täuschungen kann von einer fehlerhaften Function unserer Sinnesorgane nicht die Rede sein; vielmehr ist immer anzunehmen, dafs die Täuschung durch ungenügende Aufmerksamkeit, oder — wenn man lieber will — durch unrichtiges Verständnifs der Sinneseindrücke zu Stande kommt. — Die Täuschung ist da, aber sie ist nicht zu jeder Zeit und nicht für Jedermann in gleichem Grade da; sie ist aber da für Jeden, der — wenn auch nur zeitenweise — unaufmerksam ist, oder von dem Verständnifs seiner Sinneseindrücke zeitweise keinen richtigen Gebrauch macht.

In einem solchen Zustande ungenügender Aufmerksamkeit befinden sich gewifs die meisten Menschen, wenn sie auf das Couvert eines adressirten Briefes eine Briefmarke aufkleben! — Im Allgemeinen darf man wohl annehmen, dafs ordnungsliebende Menschen stets die Absicht haben, die Marke winkelrecht an richtiger Stelle aufzukleben. Da aber die Sache selbst ungemein gleichgültig ist, so wird schwerlich Jemand viel Zeit und Mühe darauf verwenden; man wird im Allgemeinen sich ziemlich gleichgültig und unaufmerksam dabei verhalten. — Und was sagt die Erfahrung? — Ich habe eine grofse Anzahl von Briefadressen, hinsichtlich des richtigen Standes der aufgeklebten Briefmarke, anfänglich sehr genau nachgemessen, späterhin nur schätzungsweise geprüft, und habe gefunden, dafs unter 4 oder 5 Adressen kaum e i n e sich findet, an der die Marke ganz untadelhaft winkelrecht aufgeklebt ist. Besonders merkwürdig ist aber, dafs, mit seltenen Ausnahmen, die s c h i e f aufgeklebten Briefmarken oben nach r e c h t s s c h i e f stehen. Sehr selten — unter 20 Adressen kaum einmal — findet sich in der oberen rechten Ecke eine l i n k s s c h i e f eingeklebte Marke. Wäre es postvorschriftlich erlaubt, die Postmarken in die obere linke Ecke zu kleben, dann würden — ich zweifle nicht daran — die Mehrzahl der Briefmarken l i n k s - s c h i e f eingeklebt werden. — Ausgeschlossen von der Prüfung

wurden solche Adressen, deren Briefmarken total verkehrt oder horizontal oder anderweitig falsch aufgeklebt waren, in der Voraussetzung, dafs in solchem Falle die Absicht regelrecht aufzukleben gar nicht vorhanden war.

Ein Zusammenhang mit der Steilschrift oder Schrägschrift der zugehörigen Adressanten war in den uns vorliegenden Exemplaren entschieden nicht nachweisbar; vielleicht steht aber die unschöne Schrägschrift, die man aus den Schulen zu verbannen in neuerer Zeit eifrigst bemüht ist, in physiologischem Zusammenhange mit der Schrägstellung des verticalen Meridians. — Auch die nicht selten vorkommende kleine Unart: beim Schreiben die Zeilen gegen das Ende zu weit aufwärts zu führen, gehört unstreitig hierher.

Ob diese Anomalie auch bei solchen Schriftarten vorkommt, die von rechts nach links, oder von oben nach unten verlaufen, ist mir unbekannt.

(*Eingegangen am 31. Januar 1899.*)

(Aus dem Physiologischen Institut Freiburg i. Br.)

Zur Kenntnifs der nachlaufenden Bilder.

Von

A. Samojloff,

Privatdocent an der Universität Moskau.

(Mit 3 Fig.)

Im Sommer 1898 wurde ich im Freiburger Physiologischen Institut mit den Erscheinungen bekannt, die Prof. v. Kries in seiner Arbeit über die Wirkung kurz dauernder Lichtreize auf das Sehorgan [1] beschrieben hat. Nur über einen Theil dieser Erscheinungen besteht eine genügende Uebereinstimmung aller Autoren, die sich mit dem Gegenstand beschäftigt haben; in wichtigen Beziehungen dagegen sind namentlich die von Kries gemachten Angaben neuerdings von Hess [2] bestritten worden. Ich folgte daher gern dem Vorschlage des Herrn Prof. v. Kries, einige Versuche in dieser Richtung anzustellen und dabei mein Augenmerk auf die zwischen ihm und H. controvers gebliebenen Punkte zu richten. Es sind dies hauptsächlich zwei; erstens beschreibt v. Kr. das nachlaufende Bild als ein in der Regel schwach complementär gefärbtes, während es nach Hess dem primären Bild gleichfarbig sein soll; zweitens soll nach Kr. die Erscheinung an der Stelle des deutlichsten Sehens fehlen, so dafs bei bewegtem Object das nachlaufende Bild einen mäfsig grofsen centralen Bezirk zu überspringen scheint, bei kurz dauernder Belichtung der periphere Reiz eine in zwei Theile auseinanderfallende („doppelschlägige") Empfindung, der centrale dagegen nur eine einfache liefern soll; dieser Unterschied des centralen und peripheren Bezirks wird von Hess überhaupt geleugnet und die betr. Angabe auf gewisse Täuschungen und Beobachtungsfehler zurückgeführt.

---

[1] *Zeitschr. f. Psychol.* XII, S. 81.

[2] Hess, Experimentelle Untersuchungen über die Nachbilder bewegter leuchtender Punkte. *Archiv f. Ophthalmologie* XLIV, 3, S. 445.

Sehr leicht konnte ich mich nun davon überzeugen, daſs bei den in Freiburg benutzten Versuchseinrichtungen die Erscheinungen überzeugend so aussahen, wie sie v. Kr. beschrieben hat. In beiden Beziehungen ist von Hess auf gewisse Täuschungsquellen hingewiesen worden. Die ohne groſse Schwierigkeit auszuführende Aufgabe bestand darin, die Methode so zu modificiren, daſs diese Täuschungsquellen vollkommen ausgeschlossen würden und zu prüfen, ob die Erscheinungen dabei unverändert blieben oder sich etwa in der Weise modificirten, wie dies im Sinne der Angaben von Hess erwartet werden könnte.

Ich schicke einige allgemeine Bemerkungen über die benutzte Methode voraus. Da die Verwendung homogener spectraler Lichter, wie aus den früheren Beobachtungen bekannt ist, im Allgemeinen entbehrt werden kann und jedenfalls für die eben erwähnten Fragen ganz ohne Belang war, so habe ich auf die umständlichen, von Kr. früher beschriebenen Einrichtungen ganz verzichtet und mich ausschieſslich des nachstehend kurz beschriebenen, im Freiburger Institut seit einigen Jahren benutzten aber noch nicht publicirten Apparates bedient. Derselbe, in Fig. 1 im Grundriſs, in Fig. 2 in Vorderansicht dargestellt, besteht aus einem groſsen

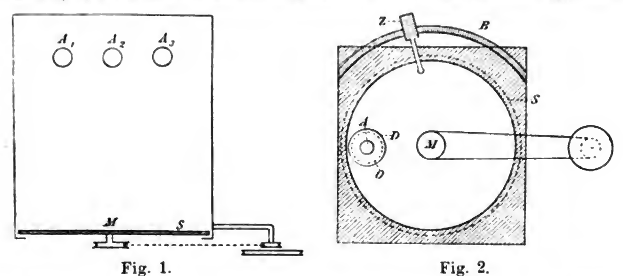


Fig. 1. Fig. 2.

Kasten von starkem Eisenblech, ca. 45 cm hoch und breit, 62 cm tief. Nahe der hinteren Wand sind drei Auerbrenner angebracht (A_1, A_2 und A_3 in Fig. 1), über deren Cylindern der Deckel des Kastens lichtdicht behandelte Schornsteine trägt. Die Hinterwand des Apparats ist als Thür zu öffnen und zu schlieſsen und von hier aus werden die Brenner entzündet. Uebrigens hat jeder der Brenner seinen besonderen auſserhalb des Apparats angebrachten Hahn und ist jeder mit einer Zündflamme versehen; auf diese Weise ist es möglich, während der Versuche und ohne

die Thür zu öffnen zwischen einer Beleuchtung mit einer, zwei und drei Flammen zu wechseln. Die dem Beobachter zugekehrte Vorderwand des Apparats besteht in der Hauptsache aus einer verticalen runden eisernen Scheibe *S* von 43 cm Durchmesser (die Contur derselben ist in Fig. 2 durch die unterbrochene Linie angegeben), welche um die horizontal (in der Richtung vom Beobachter fort) durch ihre Mitte gehende Axe drehbar ist (*M* in Fig. 2). Die feste Vorderwand der Apparats ist entsprechend kreisförmig ausgeschnitten und greift über die drehbare Scheibe soweit über, dafs bei dem sehr geringen Abstande der einander zugekehrten Flächen an der Peripherie keine merklichen Mengen von Licht herausdringen.

Um die specielleren Versuchsbedingungen möglichst leicht und in mannigfaltigster Weise wechseln zu können, besitzt die Scheibe nahe ihrer Peripherie eine kreisrunde Oeffnung (*O* in Fig. 2) von 7,5 cm Durchmesser; diese kann mit einer genau darauf passenden Zinkblechscheibe *D* bedeckt werden, in der erst der eigentlich als helles Object dienende Ausschnitt *A* angebracht ist. Solcher Scheiben steht ein gröfserer Vorrath mit einfachen und doppelten Oeffnungen verschiedener Gröfse zur Verfügung. Die lichtdichte Befestigung der Blechscheiben geschieht jetzt[1] einfach so, dafs dieselben mit zwei Federn angedrückt werden; der Rand der Oeffnung ist mit schwarzem Tuch bedeckt; auf diese Weise hat man lichtdichten Verschlufs und zugleich ist die Auswechselung der Blechscheiben in bequemster Weise ermöglicht. Diese Scheiben selbst tragen auf ihren Hinterflächen leichte Quetschfedern, vermöge deren Milchgläser, Rauch- und farbige Gläser oder auch kleine Flüssigkeitströge bequem aufgesetzt werden können. Auf diese Weise gelingt denn die Herstellung scharf umgrenzter bewegter heller Felder von verschiedenen Farben und Lichtstärken, die in grofser Mannichfaltigkeit variirt werden können. Ein Milchglas mufs natürlich immer verwendet werden, weil sonst das Feld bei seiner Bewegung die Helligkeit erheblich verändert. Für die Bewegung der Scheibe ist dann seitlich am Apparat in der aus Fig. 1 und 2 ersichtlichen Weise eine Uebersetzungsscheibe angebracht. Ein Elektromotor mit Centrifugalregulirung trieb unter Einschaltung

[1] Ich selbst benutzte noch eine etwas umständlichere Einrichtung, von deren Beschreibung abgesehen werden darf.

dieser die Scheibe meistens so, daſs ca. eine Umdrehung auf 1,5 Sec. kam.

Zu erwähnen ist endlich noch der Kreisbogen *B* (Fig. 2), der mit einem oder zwei Fixirzeichen tragenden Schiebern versehen ist. In der Figur ist nur einer (*Z*) dargestellt. Ein auf dem Bogen gleitender Schieber trägt zwei Kupferdrähte, deren Spitzen durch eine feine Platindrahtschlinge verbunden sind. Diese, durch einen Accumulator mit passendem Widerstand in ganz schwaches Glühen gebracht, dient im verdunkelten Raum als Fixirzeichen. Diese Marken sind in der Benutzung sehr bequem, jedoch insofern nicht immer einwandsfrei, als das Zeichen selbst und die Kupferdrähte einen freilich nur sehr kleinen Theil des umlaufenden hellen Objects verdecken. Für die eine meiner Aufgaben, die die Farben der nachlaufenden Bilder betrifft, war dies ohne Bedeutung. Für die Prüfung des centralen Fehlens (s. u.) wurden diese Zeichen nicht benutzt.[1]

Um zunächst hinsichtlich der Farbe der nachlaufenden Bilder zu einer jeden Zweifel ausschlieſsenden Entscheidung zu gelangen, verfuhr ich so, daſs ich zwei Oeffnungen anwandte, von denen die eine gelbes, die andere blaues Licht durchlieſs. Natürlich müssen die Oeffnungen radial gegen einander stehen, so daſs sie bei der Drehung n e b e n einander (nicht h i n t e r einander) laufen; zweckmäſsig läſst man einen kleinen Abstand zwischen ihnen. Dem gelben Licht die passende Intensität zu geben, ist sehr leicht. Dagegen stieſs ich beim Blau auf Schwierigkeiten, weil die zur Verfügung stehenden Milchgläser alle ziemlich gelb waren und bei Anwendung von alkalischen Kupferlösungen das blaue Licht zu schwach wurde. Am besten kam ich schlieſslich zum Ziel, indem ich die Oeffnung blos mit dem sehr stark durchscheinenden dunkelblauen Papier der Rothe'schen Sammlung (zum Farbenkreisel) bedeckte. Ich erzielte so ein recht gesättigt blaues Feld, welches ein vorzügliches nachlaufendes Bild gab. Ohne Schwierigkeit war das Gelb so abzustufen, daſs das von ihm herrührende nachlaufende Bild etwa die gleiche

---

[1] Wer sich von den Erscheinungen überhaupt eine Anschauung verschaffen will, kann übrigens die glühenden Platindrähtchen ganz wohl auch benutzen, um das centrale „Springen“ des nachlaufenden Bildes zu beobachten. Denn bei passendem Abstand des Beobachters (1 — 1,5 m) taucht das nachlaufende Bild in einem so erheblichen Abstand vom Fixirzeichen unter, daſs an einen Einfluſs der Verdeckung des Objects durch die Kupferdrähte nicht zu denken ist.

Lichtstärke zu haben schien. Hier liefs sich nun die Farbe der nachlaufenden Bilder vortrefflich beurtheilen, am besten wenn die Anordnung so getroffen wurde, dafs beide in mäfsigem Abstande, das eine aufsen, das andere innen von der Fixirmarke vorbeiglitten. Das Ergebnifs war dann auch vollkommen klar und eindeutig: das Nachbild des gelben Objects war schön blau, das des blauen minder gesättigt gelblich. Dafs bei Anwendung eines homogenen (spectralen) Blau das Gelb des Nachbildes sich noch etwas kräftiger hätte erzielen lassen, darf wohl vermuthet werden.[1] Im Hinblick auf theoretische Fragen ist jedoch die hier gemachte Feststellung genügend und entscheidend. Denn es mufs allerdings zugegeben werden, dafs die Farbenangabe hinsichtlich des einzelnen nachlaufenden Bildes durch die Betonung subjectiver Täuschungsmöglichkeiten aus psychologischer Ursache (wie dies hier einmal seitens der Hering'schen Schule geschieht) in Zweifel gezogen werden kann. Dagegen wüfste ich nicht, in welchem Sinne ein ähnlicher Zweifel gegenüber der hier beobachteten Farben-Differenz geltend gemacht werden könnte, und mit welcher Unsicherheit etwa noch der Satz behaftet sein sollte, dafs diese Farbendifferenz derjenigen der primären Bilder dem Sinne nach entgegengesetzt ist. Das also läfst sich ohne Widerrede sagen, dafs die Färbungen der primären Bilder diejenigen der nachlaufenden im entgegengesetzten Sinne modificiren. Danach sind wir auch in der Lage, anzugeben, mit welchen Einschränkungen der Satz von der complementären Färbung der nachlaufenden Bilder aufgestellt werden kann. Zu beachten ist nämlich erstens, dafs die Färbung überhaupt nur dem Sinne (nicht aber der Sättigung) nach dem primären Bilde complementär genannt werden kann. Aufserdem aber ist die Farbe durchweg etwas gegen das Blau verschoben: bei rein weifsem primärem Felde erscheint das nachlaufende den meisten Personen bläulich gefärbt.[2] Hieraus erklärt sich denn, dafs eine deutlich gelbe Färbung des Nachbildes nur bei sehr gesättigtem Blau des primären erhalten wird, während bei nur mäfsiger Sättigung des (primären) Gelb das (nachlaufende) Blau überraschend schön

[1] Dies ist in der That, wie der Vergleich mit der früher von mir benutzten Anordnung lehrt, ganz zweifellos der Fall. v. Kries.

[2] Vgl. hierüber und über die Einschränkung, mit der die durch Reizung der Stäbchen hervorgerufene Empfindung farblos genannt werden darf die Ausführungen von Kries, *Zeitschr. f. Psychol.* IX, S. 87 Anm.

ist. Es erklärt sich so wohl auch die zusammenfassende, übrigens seine eigenen Beobachtungen nur unvollkommen wiedergebende Angabe Bidwell's, in der die Färbung des „ghost" als „generally violet" bezeichnet wird.

Der zweite Punkt, bez. dessen ich eine genauere Untersuchung anstellte, war die von Kries angegebene Thatsache, dafs das Nachbild einen gewissen, den Fixationspunkt umgebenden centralen Bezirk überspringt. Von der Richtigkeit dieser Angabe auch für mein Auge habe ich mich durch vielfache Beobachtung überzeugt. Auch kann ich bestätigen, dafs, wie v. Kries neuerlich angegeben hat, die gleiche Erscheinung excentrisch nicht gesehen wird; über ein excentrisch angebrachtes Lichtzeichen von gleicher Art wie das als Fixationsmarke dienende, läuft vielmehr das Bild continuirlich hinüber. Es kann also wohl kaum (mit Hess) angenommen werden, dafs das „Springen" auf irgend einem störenden Einflufs des Fixirlichts beruhe. Ich habe versucht, ähnlich wie es Pertz gethan hat, die Gröfse des centralen Bezirks zu ermitteln, in dem die eigenthümliche Duplicität des Reizungseffects bei kurzer Belichtung fehlt, und auch hierbei die Möglichkeit einer Beeinträchtigung durch das Licht des Fixirzeichens auszuschliefsen. Zu diesem Zwecke verfuhr ich so, dafs vor die rotirende Scheibe des oben geschilderten Apparates eine zweite mit schmalem horizontalem Spalt fest aufgestellt wurde .Man erhält auf diese Weise an einer bestimmten Stelle des Gesichtsfeldes ein kurzes Aufleuchten (einmal bei jedem Umgang der rotirenden Scheibe). Um diese Erscheinung in verschiedene Stellen des Gesichtsfeldes zu bringen wurde durch ein planparalleles Deckgläschen beobachtet, welches, schräg aufgestellt, das virtuelle Bild eines sehr kleinen Glühlämpchens mit dem aufleuchtenden Object in die gleiche Ebene brachte. Das Glühlämpchen war an einem horizontalen Arm befestigt und um eine, etwa durch das Auge des Beobachters gehende verticale Axe beweglich, sodafs man das Fixirzeichen in horizontaler Richtung über das zu beobachtende Object (das aufleuchtende Feld) wandern lassen konnte. Diese, der Pertz'schen Versuchsanordnung im Wesentlichen gleichkommende Einrichtung wurde nun insofern modificirt, als neben einander zwei Glühlämpchen angebracht wurden. Im Gesichtsfeld befinden sich nun in der, durch Fig. 3 dargestellten Weise zwei gleiche Lichtzeichen L_1 und L_2 und das intermittirend aufleuchtende Object

O zwischen ihnen. Der Abstand der beiden Lämpchen wurde dabei so gewählt, dafs das nicht fixirte der Stelle sehr nahe kam,

L_1 O L_2

Fig. 3.

wo das zweite Aufleuchten in den nur mit einem Lichtzeichen ausgeführten Vorversuchen aufzutreten anfing. Es war dazu ein Abstand der Zeichen von 3 cm passend. Während nun das eine der Zeichen fixirt wird, kann man das Object allmählich von diesem entfernen, wobei es sich dann dem andern um ebensoviel annähert. Die Beobachtung lehrte sehr deutlich, dafs die Hinzufügung des zweiten Zeichens an der Erscheinung nichts ändert. Das zweite Aufleuchten (hier blau) fehlt, wenn das Object dem fixirten Zeichen nahe steht; hat es sich um eine gewisse Strecke davon entfernt, so wird das zweite Aufleuchten bemerkbar, wiewohl das Object nun dem zweiten (nicht fixirten) Zeichen sehr nahe steht, und bleibt vollkommen deutlich beobachtbar, wenn das Object diesem noch weiter angenähert oder mit ihm zur Deckung gebracht wird. Selbstverständliche Voraussetzung für diese Versuche ist freilich, dafs man die Lichtzeichen nicht überschüssig stark macht; den an einer Glasfläche gespiegelten kleinen Glühlämpchen kann man sehr leicht die für den Versuch geeignete geringe Lichtstärke geben. Als Ergebnis dieser Versuche kann ich, im Mittel sehr zahlreicher Einzelbeobachtungen, anführen, dafs, um das zweite Aufleuchten bemerkbar zu machen das Object lateral etwa 2,14, medial etwa 2,6 cm vom Fixirzeichen abstehen mufste. Der der betr. Function entbehrende Bezirk berechnet sich hiernach auf eine Gröfse, die auf 1 m Abstand proficirt 47—57 mm [1] ausmachen würde, d. h. rund 3°, in naher Uebereinstimmung mit den Ergebnissen von Pertz.

Wenn es erlaubt ist, den mitgetheilten Versuchen trotz ihres geringen Umfanges Einiges über die daraus etwa zu ziehenden Schlüsse hinzuzufügen, so dürfte Folgendes zu sagen sein. Die zuletzt mitgetheilte Thatsache ergiebt, dafs eine gewisse eigenartige Functionsweise, auf der die zeitlich doppelte Reizwirkung

[1] Je nachdem man annehmen will, dafs die Erscheinung schon bemerkbar wird, wenn das Object nur zum kleinsten Theil oder erst wenn es ganz aufserhalb des betr. Bezirks fällt, zwei extreme Annahmen, zwischen denen die Wahrheit wohl irgendwo in der Mitte liegen wird.

kurz dauernden Lichter beruht, in einem kleinen centralen Netzhautbezirk nicht nachgewiesen werden kann. Will man hieraus Schlufsfolgerungen bez. des Fehlens bestimmter anatomischer Apparate oder bestimmter chemischer Substanzen knüpfen, so wird man immer beachten müssen, dafs die Beobachtung doch wohl nur eine beschränkte Empfindlichkeit besitzt und in dieser Hinsicht mit manchen andern nicht verglichen werden kann. Stimmen also auch die Beobachtungen unverkennbar gut zu der von Kries vertretenen Annahme, dafs das nachlaufende Bild auf der Action des central fehlenden „Dunkelapparates" beruhe, so würde ich doch nicht wagen, sie als strengen Beweis für das absolute Fehlen desselben im Centrum zu betrachten. Und stände ein solches absolutes Fehlen in einem centralen Bezirk aus anderen Gründen fest, so würde ich die von mir gefundenen Maafse nicht für exacte Maafse dieses des Dunkelapparats vollkommen entbehrenden Bezirks zu nehmen wagen. Mit den erwähnten theoretischen Anschauungen sind also meine Beobachtungen in gutem Einklang ohne jedoch zu ihrer genaueren Präcisirung in manchen vielleicht noch discutirbaren Punkten dienen zu können. Einer Erörterung darüber, welche Unterschiede zwischen der centralen und der peripheren „schwarzweifsen Sehsubstanz" angenommen werden müfsten, um die Thatsachen zu erklären, glaube ich mich enthalten zu sollen. Ich habe endlich noch anzuführen, dafs ich unmittelbar vor Abschlufs dieses Manuscripts in den Besitz einer Arbeit von Hamaker[1] gelangte, welche erfreulicher Weise die hier behandelten Eigenthümlichkeiten der nachlaufenden Bilder in einer mit unseren Erfahrungen durchaus übereinstimmenden Weise schildert. Auch er constatirt insbesondere das Fehlen des nachlaufenden Bildes im centralen Netzhautbezirk.

---

[1] H. C. Hamaker, Over Nabeelden. Proefschrift. Utrecht 1899.

(*Eingegangen am 13. Februar 1899.*)

(Aus dem physiologischen Institut der Universität Zürich.)

Ueber die Function der Tastkörperchen.

Von

M. VON FREY und F. KIESOW.

(Mit 2 Fig.)

Eine Abhandlung von A. KOELLIKER aus dem Jahre 1852[1], in welcher die Existenz von Tastkörperchen im Sinne ihrer Entdecker (R. WAGNER und G. MEISSNER[2]) bestritten, dagegen das Vorhandensein von derberen „Axenkörperchen" in den Papillen der Cutis zugegeben wird, erörtert zum Schlusse die muthmaafsliche Bedeutung dieser Gebilde für das Tasten. Nach der Meinung des Verf. sind sie zu betrachten „als Theile, welche vermöge ihrer Zusammensetzung . . . . . . den Papillenspitzen eine gröfsere Festigkeit verleihen, und den Nerven als eine härtere Unterlage dienen, wodurch bewirkt wird, dafs ein Druck, welcher an anderen Orten noch nicht im Stande ist die Nerven zu comprimiren, hier einwirkt." Spätere Untersucher (AUBERT und KAMMLER[3], J. GERLACH[4], W. WUNDT[5] u. A.) äufsern sich, abgesehen von der Anerkennung der Tastkörperchen als specifischer Sinnesorgane, in gleicher oder ähnlicher Weise und man wird nicht fehlen, wenn man die citirte Auffassung auch jetzt noch als die verbreitetste bezeichnet. Nur als eine unwesentliche und jedenfalls nicht glückliche Modification er-

---

[1] *Zeitschr. f. wiss. Zoologie* 4, 43, 1853.

[2] *Götting. gelehrte Anzeigen.* Nachrichten 2. Febr. 1852.

[3] *Unters. zur Naturlehre,* Roth, Giefsen, 5, 167, 1858.

[4] *Mikroskop. Studien,* S. 39, 1858.

[5] *Physiolog. Psychologie* [1] 338, 1874; [4] I, 303, 1893.

scheint die Annahme von LOTZE[1] und MEISSNER[2],[3], dafs der äufsere Reiz sich in der Haut in schwingende Bewegung umsetze. In diesem Falle, wie in dem früheren, würde es sich um eine besondere Form der mechanischen Nervenerregung handeln.

Allen solchen Auffassungen entstehen unüberwindliche Schwierigkeiten durch folgende Thatsachen:

1. Die zur Erregung des peripheren Nerven erforderliche Deformationsarbeit ist mehrere hundert Mal gröfser als die der schwächsten Tastreize. Unters. 253—54.[4]

Die verglichenen Arbeitswerthe beziehen sich auf ungefähr gleiche Gröfse der deformirten Flächen. Es wirken indessen zwei Umstände zusammen, um die genannte Verhältnifszahl zu klein erscheinen zu lassen. Erstens: Bei den Versuchen TIGERSTEDT's über mechanische Nervenreizung[5], deren Ergebnisse hier benützt sind, liegt der Nerv auf einer starren Unterlage und wird von dem Reiz direct getroffen, während die Tastkörperchen in der leicht verschieblichen Haut gelagert und durch die Epidermis geschützt, dem Reiz gar nicht unmittelbar zugänglich sind. Zweitens: In TIGERSTEDT's Versuchen S. 66 fällt ein Gewicht von 0,2 g aus 1 mm Höhe, erreicht also den Nerv mit einer Geschwindigkeit von 140 mm/sec. Wird diese Geschwindigkeit durch den Widerstand des Nerven auch sehr rasch gedämpft, so mufs doch der Reiz ungleich wirksamer sein als der damit verglichene Tastreiz, welcher mit einer constanten Geschwindigkeit von 0,17 mm/sec. in die Haut eindrang; Unters. 205. Daraus ergiebt sich, dafs die oben gegebene Verhältnifszahl von der Empfindlichkeit des Tastapparates noch keine genügende Vorstellung giebt; sie dürfte voraussichtlich viel tausend Mal gröfser als die des peripheren Nerven sein.

2. Andauernder Druck wirkt erregend auf das Tastorgan, nicht auf den peripheren Nerv (Unters. 177, KIESOW S. 418[6].) Auf dieses Verhalten hat schon O. FUNKE[7] aufmerksam gemacht.

3. Nach stärkeren und namentlich nicht zu kurzdauernden Belastungen der Haut überdauert die Empfindung den äufseren Reiz. (Nachbild des Reizes, Empfindung des auf der Haut verbleibenden Druckbildes. Unters. 183—4, KIESOW 437.)

---

[1] *Med. Psychologie*, S. 198—199, 1852.

[2] *Beitr. zur Anat. und Physiologie der Haut*, Leipzig 1853, S. 34.

[3] *Zeitschr. f. rat. Med.*, 3. Reihe, 7, 98 ff. 1859.

[4] v. FREY, Untersuchungen üb. d. Sinnesfunctionen der menschl. Haut, *Abhandl. d. math.-phys. Classe der Kgl. Sächs. Ges. d. Wiss.* Leipzig 1896, hier und später als Unters. citirt.

[5] Studien üb. mechan. Nervenreizung, Helsingfors 1880.

[6] *Archives ital. de Biologie* 26, 1896.

[7] Handb. d. Physiologie, herausg. v. L. HERMANN, III[2], 330, 1880.

Die angeführten Erfahrungen nöthigen zu der Annahme, dafs, wie im Gebiete der übrigen Sinne, so auch für den Tastsinn der äufsere Reiz nur auslösend wirkt, dafs die dem Erregungsvorgang in der Nervenfaser eigenthümliche Energie nicht aus der Arbeit des Reizes entsteht, sondern auf Kosten von chemischen Umsetzungen im Endorgan, für welche der Reiz nur den Anstofs darstellt.

Diesem Auslösungsvorgang etwas näher auf die Spur zu kommen war die Aufgabe der vorliegenden Untersuchung. Das gesetzte Ziel erscheint aus mehreren Gründen erstrebenswerth. Zunächst würde die Lösung einer derartigen Aufgabe von allgemeinem sinnesphysiologischen Interesse sein und vielleicht Schlüsse gestatten auf verwandte Vorgänge in anderen Sinnesgebieten. Ein weiteres praktisch wichtiges Ergebnifs würde darin bestehen, dafs sich jene Eigenschaft des Reizes, welche ihn zu einem adäquaten macht, feststellen liefse. Dies ist aber eine unumgängliche Voraussetzung für die Aufstellung eines allgemein gültigen Maafses für den Reiz, d. h. eines solchen, durch welches nach Einführung der nöthigen Constanten die correspondirende Erregung eindeutig bestimmt wäre. Hat man z. B. als Reizmittel ein fallendes Gewicht gewählt, so frägt es sich, ob seine Gröfse, seine Geschwindigkeit, seine Berührungsfläche, die von ihm an der Haut geleistete Arbeit oder irgend ein anderes Bestimmungsstück, ob ein einzelnes oder eine Combination derselben für den Erfolg ausschlaggebend sind.

Noch zweckmäfsiger ist es, den Erfolg nicht auf irgend eine Bestimmung des äufseren Reizes zu beziehen, sondern auf die Merkmale der durch ihn auf der Haut gesetzten Deformation. In dieser Richtung kommen in Betracht und sind durch frühere Versuche als bedeutsam erkannt: Der Ort, die Gröfse, Tiefe und Geschwindigkeit der Deformation.

Was zunächst den Einflufs der Geschwindigkeit betrifft, so ist sichergestellt, dafs langsam anwachsende Deformationen viel tiefer in die Haut eindringen müssen, um fühlbar zu werden, als rasche.[1] Ein ähnliches Verhalten gegenüber den

[1] Unters. 189. Die Messungen, welche über die Abhängigkeit der Reizschwelle von der Belastungsgeschwindigkeit von uns ausgeführt worden sind, und auf welche hier verwiesen wird, haben keine Beziehung zu den Versuchen von F. Goltz (*Centralbl, f. d. med. Wiss.* 1863, 273) den Tastsinn

zeitlichen Aenderungen der Reizmittel zeigen alle daraufhin untersuchten erregbaren Gebilde. Speciell hat v. KRIES[1] für die erregende Wirkung von Stromanstiegen auf den motorischen Froschnerven eine Form der Abhängigkeit nachgewiesen, welche mit der hier gefundenen in allen wesentlichen Punkten übereinstimmt.

Es ist daher zulässig anzunehmen, daſs die Bedeutung, welche der Geschwindigkeit der Deformation zukommt, nicht auf einer specifischen Eigenthümlichkeit des Tastorgans beruht. Voraussichtlich würde der Tastnerv in genau gleicher Weise reagiren, wenn die durch den äuſseren Reiz bewirkte Aenderung im zugehörigen Endorgan in jedem Augenblick proportional wäre der Tiefe der an seinem Orte gesetzten Deformation. Damit gewinnt die Geschwindigkeit der Deformation eine abgesonderte Bedeutung. Sie kann nicht zu den Versuchsbedingungen gehören, welche für den Auslösungsvorgang in erster Linie bestimmend sind; sie darf daher zunächst von der Betrachtung ausgeschlossen und ihr Einfluſs auf die Versuche dadurch eliminirt werden, daſs man sie constant hält.

Die Versuche über die Bedeutung der Geschwindigkeit für den Erregungswerth einer Deformation sind indessen noch in einer anderen Richtung von Interesse. Sie lehren nämlich, daſs die im Tastorgan gesetzte Erregung nicht eindeutig bestimmt werden kann durch die lebendige Kraft des deformirenden Reizes, also z. B. eines fallenden Gewichtes.

verschiedener Körperstellen zu vergleichen nach ihrer Fähigkeit, die Wellen eines angelegten Schlauches zu erkennen. Wir heben dies ausdrücklich hervor, weil uns die Nichtberücksichtigung jener Arbeit zum Vorwurf gemacht worden ist (HERMANN, *Jahresber. f. Physiologie* 1897, 105). Bei unseren Versuchen handelt es sich um den Einfluſs der Belastungs- bezw. Druckgeschwindigkeit auf die Reizschwelle für unveränderliche Flächen. Die Methode von GOLTZ, sowie ihre weitere Ausbildung durch BASTELBERGER (Stuttgart, Enke, 1879) besteht im Wesentlichen darin, daſs ein von vornherein gegebener Druckreiz unter dem Andringen der Welle verstärkt und über eine gröſsere Fläche ausgebreitet wird. Bei dem recht hohen Werth der relativen Unterschiedsschwelle für den Tastsinn (vgl. DOHRN, *Zeitschr. f. rat. Med.* 1860, 339, und BASTELBERGER l. c.) ist das hauptsächlich Wirksame bei diesen Versuchen die Flächenänderung. Die Methode ist somit nichts Anderes als eine Vergleichung des Ortssinnes verschiedener Körpertheile. Es kann daher nicht auffallen, daſs die Resultate von GOLTZ mit den Ergebnissen des WEBER'schen Zirkelversuches übereinstimmen.

[1] *Arch. f. Physiologie* 1884, 337.

Denn läfst man auf ein und dieselbe Hautfläche zwei verschiedene Gewichte herabfallen aus Höhen, welche den Massen umgekehrt proportional sind, so kommen sie mit gleicher lebendiger Kraft auf der Haut an, auch die von ihnen hervorgerufene maximale Deformation wird gleich sein, ungleich aber die Erregung des Tastorgans, für welches die kleinere, aus gröfserer Höhe fallende Masse die wirksamere sein mufs.

Die weitere Discussion der Deformationsgeschwindigkeit wird am Schlusse dieser Abhandlung erfolgen. Vorerst entsteht die Aufgabe, die anderen wirksamen Variablen des Deformationsreizes einer genaueren Untersuchung zu unterwerfen.

Der Ort der Deformation ist in zweifachem Sinne von Belang. Der Reiz wird erstens von verschiedenen Hautstellen Endapparate verschiedener Empfindlichkeit treffen und zweitens wird er, bei stets gleicher Fläche, eine verschiedene Zahl von Endapparaten erregen. Unters. 221—23.

Der letztere Umstand würde nicht nothwendig in's Gewicht fallen, wenn für den Effect einer Deformation nur der empfindlichste der jeweils getroffenen Tastpunkte maafsgebend wäre. Darauf gerichtete Versuche, welche bei anderer Gelegenheit mitgetheilt werden sollen, haben aber ergeben, dafs die simultane Erregung benachbarter Tastpunkte zusammenfliefst, wodurch auch die Zahl der getroffenen Endapparate auf den Schwellenwerth des Reizes Einflufs gewinnt. Durch Aenderung des Reizortes kann also unter Umständen genau dasselbe erreicht werden, wie durch eine Aenderung der Reizfläche und umgekehrt. Will man die gegenseitige Abhängigkeit der Variablen aufser Spiel setzen und klare Versuchsbedingungen schaffen, so mufs der Versuch an einzelnen Endorganen ausgeführt werden, deren verschiedene Empfindlichkeit sodann als einziger örtlich wechselnder Factor verbleibt.

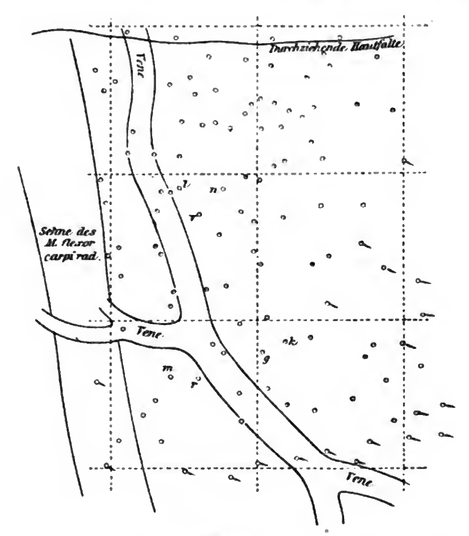
Die nunmehr vereinfachte und gleichzeitig schärfer umschriebene Aufgabe der Untersuchung lautet demnach: Es ist unter Beschränkung der Erregung auf einzelne Nervenenden zu prüfen, welche Bedeutung die Ausdehnung und Tiefe der Deformation für den Reizerfolg besitzt. Der Einflufs der Deformationsgeschwindigkeit ist zu eliminiren.

Die Beschränkung der Reizung auf einzelne Sinneselemente ist natürlich an den Orten geringster Dichte

am ehesten ausführbar. Von dem Versuche ausgeschlossen sind alle behaarten Hautstellen, weil das Haar die freie Wahl der Reizfläche selbst dann noch beeinträchtigt, wenn es abgeschnitten oder rasirt ist. Die nicht behaarten, mit MEISSNER'schen Körperchen ausgestatteten Tastflächen haben zwar im allgemeinen einen gröfseren Reichtum an Nervenenden; sie besitzen jedoch ein Gebiet sehr geringer Dichte an der Haargrenze. Mifst man am erwachsenen Menschen von dem auf der Volarseite des Handgelenks hervortretenden Höcker des Kahnbeins 4 cm proximalwärts auf der Sehne des Flexor carpi radialis ab, so befindet man sich in einem Gebiete, in dem etwa 12 Tastpunkte auf den Quadratcentimeter kommen. Gegen das Handgelenk nimmt ihre Dichte rasch zu (vgl. Unters. 235) und erreicht beim Uebergang auf den Handteller den Werth von 40—50 pro cm^2. Andererseits steigt die Zahl der Nervenenden auch beim Ueberschreiten der Haargrenze in proximaler Richtung auf 16—26 pro cm^2. Die genannte Stelle, welche sich also durch eine minimale Dichte der Tastpunkte, aufserdem aber auch durch leichte Zugänglichkeit auszeichnet, wurde zu den nachfolgenden Versuchen benützt.

Jede der beiden Versuchspersonen hatte diese Stelle bei guter Beleuchtung unter der Lupe mit den schon mehrfach beschriebenen Reizhaaren (Unters. 208 ff.) so lange zu untersuchen, bis alle Tastpunkte innerhalb eines Gebietes von mindestens 4 cm^2 gefunden und mit feinsten Farbpunkten bezeichnet waren. Sobald die richtige Lage der Farbpunkte durch mehrfache Nachprüfung und eventuelle Correctur sichergestellt war, wurde sie fixirt durch minimale Tröpfchen einer 10 % Lösung von Silbernitrat. Die nach der Reduction zurückkleibenden schwarzen Pünktchen sollten Durchmesser von nicht über 0,2 mm haben. Schliefslich wurde über der durchsuchten Hautstelle ein Streifen Gelatine befestigt, die Lage der Tastpunkte der wichtigsten Hautfalten, der Sehnen und der durch die Haut sichtbaren Venen mit der Präparirnadel eingeritzt und die Zeichnung mit Hülfe eines in Glas geätzten Millimeternetzes in 5facher Vergröfserung copirt. Man erhält so eine sehr übersichtliche Karte des Versuchsgebietes, welche den grofsen Vortheil gewährt, dafs die einzelnen Tastpunkte durch ihre rechtwinkligen Coordinaten identificirt, nach ihrer Empfindlichkeit bezeichnet und ausgelöschte Punkte rasch wieder aufgefunden werden können. Figur 1 ist die Kopie einer solchen Karte vom linken Handgelenk des Reagenten F.

Man bemerkt neben der geringen Dichte der Tastpunkte innerhalb der erwähnten Zone, die Unregelmäfsigkeit ihrer Vertheilung.



Figur 1.
Tastpunkte (unbehaarte ∘ und behaarte •–) innerhalb eines Gebietes von 6 cm^2 der Volarfläche des linken Handgelenkes von dem Reagenten F. Lineare Vergröfserung $2\frac{1}{2}$ fach.

Diesem letzteren Umstande ist es zu verdanken, wenn einzelne Tastpunkte so isolirt liegen, dafs ihre nächsten Nachbarn 2, ja 3 mm entfernt sind. Ist der Punkt aufserdem von hoher Empfindlichkeit, so sind die Bedingungen für isolirte Reizung günstig.

Die zweite der oben gestellten beiden Forderungen, **Elimination des Einflusses der Deformationsgeschwindigkeit** ist leicht zu erfüllen, solange die Reizfläche unverändert bleibt. Man braucht dann nur die Geschwindigkeit der Belastung konstant zu halten. Schwieriger wird die Aufgabe, wenn die Reizfläche veränderlich ist. Wird sie z. B. gröfser, so mufs auch die Belastungsgeschwindigkeit folgen, wenn der Reiz nicht an Wirksamkeit einbüfsen soll. Frühere Versuche hatten ergeben,

dafs der Reizerfolg annähernd konstant bleibt, wenn die Belastungszunahme pro Secunde proportional der Fläche wächst, d. h. für die Flächeneinheit constant bleibt. Mit anderen Worten: Der Einflufs der Deformationsgeschwindigkeit hatte sich auch in den Versuchen mit veränderlicher Reizfläche experimentell ausschalten lassen, indem die Druckgeschwindigkeit,

$$\dim \frac{\text{Belastung}}{\text{Fläche} \times \text{Zeit}} = m\, l^{-1}\, t^{-3},$$

constant gehalten wurde. Von dieser Erfahrung wurde in den nachstehend beschriebenen Versuchen Gebrauch gemacht. Zur Herstellung bestimmter Belastungs- bezw. Druckgeschwindigkeiten diente wie früher die Schwellenwage (Unters. 189—196).

Neue Versuche über die Bedeutung der Fläche für Tastreize.

Ist ein geeigneter Tastpunkt gewählt und für Einhaltung einer constanten Druckgeschwindigkeit Sorge getragen, so bleiben als einzige Veränderliche des Reizes die Ausdehnung und Tiefe der Deformation. Man könnte natürlich versuchen die Bedingungen noch weiter zu vereinfachen etwa in der Weise, dafs man die Fläche constant hält und nur die Tiefe der Deformation innerhalb enger Grenzen verändert. Man würde daraus aber nicht mehr erfahren, als was von vorneherein feststeht, nämlich dafs die Erregung mit der Tiefe der Deformation wächst. Eine numerische Beziehung läfst sich nicht gewinnen, weil die Stärke der Empfindung nicht mefsbar ist. Kennt man aber die Richtung, in welcher der Reizerfolg mit der Tiefe der Deformation sich ändert, so kann aus Versuchen mit gleichzeitiger Aenderung von Deformationsfläche und Tiefe die Abhängigkeit des Reizerfolges von der Fläche erschlossen werden. Man braucht nur zu jedem Werthe der einen Variablen (Fläche) einen solchen der anderen (Tiefe) zu suchen, dafs der Reizerfolg constant bleibt, speciell jene Reizstärke erreicht wird, welche sich jederzeit mit Sicherheit wieder identificiren läfst, die Stärke des Schwellenreizes. Nach diesem Plane wurden die nachstehend beschriebenen Versuche ausgeführt.

Die beiden Versuchspersonen F. und K. theilten sich abwechselnd in die Rollen des Reagenten und Beobachters.

Aufgaben des Reagenten. Er hatte eine Hohlform seines Unterarms anzufertigen, welche die zu untersuchende Hautfläche frei liefs, seinen Arm in derselben zu immobilisiren, sich ruhig zu halten, die gröfste Aufmerksamkeit, am besten bei geschlossenen Augen, auf den Versuch zu verwenden, besonders dann, wenn durch das Signal „jetzt" der bevorstehende Eintritt einer Reizung angezeigt wurde; endlich über das Vorhandensein oder Fehlen einer Empfindung Aussage zu machen.

Aufgaben des Beobachters. Er hatte auf die gewählte Stelle der Haut des Reagenten ein kleines rundes Metallscheibchen aufzulegen, die Nadel der Schwellenwage (s. u.) auf den Mittelpunkt des Scheibchens einzustellen und dann den Apparat in Gang zu setzen. Kurz vor Eintritt des Reizes war der Reagent zu avisiren und hinterher der Schwellenwerth zu notiren.

Einige weitere Angaben über die Versuchstechnik und über nöthige Vorsichtsmaafsregeln.

Als Reizflächen dienten aus dünnstem (0,2 mm) Kupferblech gestanzte Scheibchen von folgenden Maafsen:

Halbmesser	0,39	0,55	0,75	mm
Flächen	0,48	0,95	1,77	mm²
Gewichte	0,27	0,54	1,0	mgr
Verhältnifszahlen	1	2	3,7	

Die zugehörigen Belastungsgeschwindigkeiten standen, wie gefordert, in demselben Verhältnifs, so dafs die Druckgeschwindigkeit für jede der 3 Flächen constant blieb. Der verschiedenen Empfindlichkeit der einzelnen Tastpunkte wurde Rechnung getragen, indem nicht eine, sondern 4 Gruppen von je 3 zusammengehörigen, in dem obigen Verhältnifs stehenden Belastungsgeschwindigkeiten (bestimmt durch die Umlaufszeiten des treibenden Trommeluhrwerks) ermittelt wurden. Diesen 4 Gruppen entsprachen 4 Druckgeschwindigkeiten von bezw. 0,056, 0,09, 0,12, und 0,25 Atm/Sec.

Die Schwellenwaage (mit einer Uhrfeder mit 1 gr Spannung für 16 Winkelgrade Ausschlag) wurde wie in den früheren Versuchen (Unters. 189—196) benutzt mit der einzigen Modification, dafs der Stift am Ende des unteren Hebels durch eine Nähnadel feinster Nummer ersetzt war, deren Spitze auf den Mittelpunkt der Reizfläche eingestellt wurde. Heben und Senken der Schwellenwaage geschah nicht mehr wie früher durch die an ihr befindliche

Einstellungsschraube (M_3 der Abbildung) sondern durch den Trieb des Zimmermann'schen Universalstatives. Diese Einstellung ist völlig empfindlich genug und erschütterungsfreier als die früher geübte. Der Wegfall der Einstellungsschraube macht aufserdem das Instrument billiger.

Der Sitz des Reagenten war durch eine untergeschobene Kiste soweit erhöht, dafs Stuhlkante und Tischkante in einer Horizontalebene lagen. Die Hohlform für den Unterarm war in ein hölzernes Gerüst derart eingehängt, dafs sie um drei auf einander senkrecht stehende Axen gedreht und in jeder Lage fixirt werden konnte. Auf diese Weise ist es möglich die untersuchte Hautstelle jedesmal horizontal, d. i. senkrecht zur Nadel der Schwellenwaage einzustellen. Die nach oben gekehrte Volarfläche des im Ellbogengelenk rechtwinklig gebeugten Unterarms befand sich dabei ungefähr in der Höhe der Spina ilei anterior superior d. h. in einer für den Reagenten bequemen Lage, was für die ruhige Körperhaltung wesentlich ist. Durch einen an dem Holzgerüst befestigten Schirm blieb das Versuchsfeld dem Reagenten verdeckt. Das Versuchsverfahren war ein völlig unwissentliches. Der Reagent wurde nur über den Zeitpunkt nicht über die Art des zu gewärtigenden Reizes unterrichtet.

Sehr grofse Sorgfalt mufs, wie schon oben erwähnt, auf die Wahl geeigneter Tastpunkte verwendet werden. Folgende Eigenschaften eines gegebenen Tastpunktes machen ihn zum Versuche unbrauchbar.

1. Geringe Empfindlichkeit, d. h. ein Schwellenwerth über 1 gr/mm (vgl. Unters. 228). Der Schwellenreiz erfordert dann so starke Deformationen, dafs eine Beschränkung der Reizung auf diesen Tastpunkt unmöglich ist.

2. Lage in der Nähe anderer Tastpunkte, besonders eines gleich oder höher empfindlichen. Selbstverständlich dürfen die Nachbarpunkte niemals so nahe liegen, dafs sie in die Reizfläche fallen. Wie nahe sie derselben kommen dürfen, kann nicht allgemein angegeben werden; es hängt dies von ihrer Empfindlichkeit im Verhältnifs zum Versuchspunkte ab.

3. Lage in der Nähe eines Haares, weil dadurch die freie Wahl der Reizfläche bezw. die Orientirung ihres Mittelpunktes genau über dem Tastpunkt beeinträchtigt wird. Abschneiden oder Rasiren des Haares genügt nicht. Ausziehen des Haares vernichtet nicht die Tastempfindlichkeit des Haarbalges, schädigt

sie aber, so dafs von diesem Auskunftsmittel nicht Gebrauch gemacht werden kann. Die behaarten Hautstellen sind daher, wie schon oben bemerkt, von dem Versuche ausgeschlossen.

4. Lage des Tastpunktes innerhalb einer concaven Hautstelle, also z. B. zwischen zwei Sehnen, hart neben einer Sehne oder einer stärkeren Hautvene u. dgl. m. Die Reizfläche würde dann hohl liegen und den unter ihrem Mittelpunkt befindlichen Tastpunkt gar nicht oder erst bei starken Deformationen berühren. Resultat: zu hohe Schwellen.

5. Lage des Tastpunktes in einem convexen Hautbezirk z. B. auf dem Rücken einer Sehne u. s. w. Die Reizfläche wirkt dann wie eine tangirende Fläche und kommt nicht voll zur Geltung. Resultat: zu tiefe Schwellen. Hier, wie für den Einwand 4 kommen namentlich auch kleinere Unebenheiten der Haut in Betracht, wie kleine warzenartige Erhebungen, narbige Einziehungen, Furchen und die zwischen ihnen stehenden schmalen Leisten.

6. Lage des Tastpunktes an den radial oder ulnarwärts abschüssigen Flächen des Unterarms.

7. Lage des Tastpunktes über einer Arterie mit deutlich fühlbarem Puls.

Man sieht, dafs von den innerhalb der oben abgebildeten Fläche von 6 cm^2 liegenden 99 Tastpunkten die Zahl derjenigen nicht grofs sein wird, welche keinem Einwande unterliegen.

Die gleiche Sorgfalt wie der Auswahl der Tastpunkte mufs auch den zur Reizung dienenden Metallscheibchen zugewendet werden. Sie dürfen gegen die Haut weder concav noch convex sein, keine Buckel oder Unebenheiten besitzen. Ein Staubkörnchen zwischen Scheibchen und Haut genügt, um die Resultate zu fälschen. Die nach dem Stanzen stets schüsselförmig gewölbten Scheiben müssen daher vor Gebrauch zwischen polirten Stahlflächen geebnet und die scharfkantigen Ränder geglättet werden. Vorausgesetzt wird ferner, dafs die Scheiben beim Gebrauch sich nicht durchbiegen. Eine dauernde Deformation ist in der That trotz ihrer Weichheit niemals beobachtet worden. Aber auch elastische Durchbiegungen sind in irgend merklichem Grade unwahrscheinlich, weil der gröfste gebrauchte Durchmesser nur das 7,5-fache der Dicke beträgt, die aufgewendeten Kräfte selten den Werth von 1 gr übersteigen und die Haut leicht nach allen

Seiten ausweicht. Auf diese Frage soll indessen unten nochmals eingegangen werden.

Es versteht sich, dafs die Nadel der Schwellenwaage auf den Mittelpunkt des Scheibchens eingestellt sein mufs, um ein Kippen oder Kanten während des Niederdrückens zu vermeiden. Kleine Fehler in der Einstellung werden sich um so weniger fühlbar machen, je genauer der Mittelpunkt des Scheibchens über dem bezeichneten Tastpunkte liegt. Da das aufgelegte Scheibchen den Punkt verdeckt, ist eine Correctur hinterher schwierig; vortheilhaft ist es daher den zu reizenden Tastpunkt mit Hülfslinien zu umziehen, z. B. in ein Viereck einzuschliefsen und die Lage des Scheibchens nach diesen Linien zu richten.

Einen wesentlichen Antheil an dem Gelingen der Versuche hat auch die Verfassung des Reagenten. Da die Versuche, wie alle Schwellenbestimmungen, schwierig und durch die erzwungene Körperruhe und starke Anspannung der Aufmerksamkeit ermüdend sind, so ist auch die Empfindlichkeit gegen Störungen eine sehr grofse. Niedere Temperatur des Arbeitszimmers oder der Hohlform, stark hervortretende spannende oder juckende Empfindungen in anderen Hautpartien, besonders aber in der Gegend des Versuchspunktes, zu tiefe Einstellung der Schwellenwaage und damit dauernder Druck auf die zu reizende Stelle beeinträchtigen ihre Empfindlichkeit und ergeben zu hohe Schwellen. Allgemeine psychische Ermüdung wirkt im selben Sinne. Ablenkende Sinneseindrücke, Geräusche und Sprechen in den Nebenräumen, zu grofse Beweglichkeit der Aufmerksamkeit (Zerstreutheit) führen zu stark schwankenden Versuchsdaten. Es wurden daher nach zahlreichen, vielfach variirten und z. Th. gestörten Vorversuchen die endgültigen Beobachtungen gröfstentheils bei Nacht ausgeführt und dafür gesorgt, dafs die Reagenten weder überarbeitet noch aufgeregt waren.

Neben der centralen oder psychischen Ermüdung kann natürlich auch die periphere des Versuchspunktes zu fehlerhaften Resultaten führen. Letztere kann in den vorliegenden Versuchen als ausgeschlossen gelten. Denn die dem Versuche vorhergehenden Einstellungen, das Auflegen der Reizfläche, und die Einstellung der Schwellenwaage liefsen sich vollständig erregungsfrei ausführen und während des Versuchs waren die Pausen zwischen den einzelnen Reizen so grofs gewählt (7—50 Sec.), dafs

Tabelle I.

Datum	Reagent	Bezeichnung d. benutzten Tastpunktes	Druckgeschwindigkeit in Atm/Sec.	Beobachtungs-Nummer	Fläche in mm²	Schwellengewichte in Gramm	Druck in Atm. 10−3	Mittelwerthe der Drücke für die Flächen			Verhältnifs der Mittelwerthe		
								0,48	0,95	1,77			
23. 6. 98	K.	*I*	0,118	1	0,48	0,19—0,22	40—46	41	48	51	1	1,17	1,24
				2	0,95	0,44—0,47	46—49						
				3	1,77	0,87—0,94	49—53						
				4	0,95	0,44—0,50	46—53						
				5	0,48	0,19	40						
23. 6. 98	F.	*l*	0,118	6	0,48	0,50—0,56	104—117	107	131		1	1,22	
				7	0,95	1,25—1,31	132—138						
				8	0,48	0,47—0,53	98—110						
				9	0,95	1,22	128						
24. 6. 98	K.	*m*	0,056	10	0,48	0,28	58	55	60	74	1	1,09	1,35
				11	0,95	0,56	59						
				12	1,77	1,31	74						
				13	0,95	0,56—0,62	59—65						
				14	0,48	0,25	52						
25. 6. 98	F.	*g*	0,118	15	0,48	0,12—0,19	25—40	32	36	33	1	1,13	1,03
				16	0,95	0,34—0,37	36—39						
				17	1,77	0,56—0,62	32—35						
				18	0,95	0,31—0,37	33—39						
				19	0,48	0,12—0,19	25—40						
26. 6. 98	K.	*III*	0,056	20	0,48	0,28	58	52	65	76	1	1,25	1,46
				21	0,95	0,59	62						
				22	1,77	1,34	76						
				23	0,95	0,66	69						
				24	0,48	0,19—0,25	40—52						

28. 6. 98	F.	*g*	0,056	25	0,48	0,31	65	71	82	93	1	1,15	1,31
				26	0,95	0,75	79						
				27	1,77	1,62—1,69	92—95						
				28	0,95	0,81	85						
				29	0,48	0,37	77						
28. 6. 98	K.	*IV*	0,093	30	0,48	0,19	40	40	44	52	1	1,10	1,30
				31	0,95	0,37—0,44	39—46						
				32	1,77	0,91—0,94	51—53						
				33	0,95	0,44	46						
				34	0,48	0,19	40						
29. 6. 98	K.	*IV*	0,093	35	0,48	0,14	29	29	36	46	1	1,24	1,59
				36	0,95	0,34	36						
				37	1,77	0,81	46						
1. 7. 98	F.	*n*	0,056	38	0,48	0,12—0,19	25—40	36	47	77	1	1,30	2,15
				39	0,95	0,50—0,56	53—59						
				40	1,77	1,37	77						
				41	0,48	0,19	40						
				42	0,95	0,37	39						
1. 7. 98	K.	*V*	0,12	43	0,48	0,25—0,28	52—58	50	57	59	1	1,14	1,18
				44	0,95	0,56	59						
				45	1,77	1,12	63						
				46	0,95	0,62	65						
				47	0,48	0,22	46						
				48	0,95	0,44	46						
				49	1,77	1,00	56						
1. 7. 98	F.	*v*	0,25	50	1,77	1,19—1,25	67—71	40	54	70	1	1,35	1,75
				51	0,95	0,56—0,62	59—65						
				52	0,48	0,19	40						
				53	0,95	0,44	46						
				54	1,77	1,25	71						

eine Beeinflussung des nachfolgenden praktisch nicht in Betracht kam.

Die Beschreibung der Versuche kann nach den ausführlichen Angaben über ihre Technik sehr kurz gehalten werden. War ein Tastpunkt gewählt, so wurde, wenn er nicht schon früher zu Versuchen gedient hatte, in der Regel mit der kleinsten Fläche begonnen und eine Druckgeschwindigkeit benutzt, bei welcher die Ausschläge der Schwellenwaage für die Reizschwelle einen Werth von 2—5° erreichten. Der Schwellenwerth wurde durch häufigen Wechsel unter- und überschwelliger Reize solange eingeengt, bis die Angaben gute Uebereinstimmung zeigten. Dann wurde zu den gröſseren Flächen übergegangen und schlieſslich wieder zu den kleinen zurückgekehrt. Auf diese Weise war es möglich die durch die Einübung oder durch die Ermüdung etwa eintretenden Aenderungen des Schwellenwerthes durch Gewinnung von Mittelzahlen auszugleichen. Wie die nachstehenden Daten zeigen, halten sich, Dank der Vorsicht in der Ausführung der Versuche, die Aenderungen in mäſsigen Grenzen, welche die Verwerthung der Ergebnisse nicht beeinträchtigen.

Die Versuchsergebnisse

sind in Tabelle I zusammengestellt, deren Zahlen nach den vorausgegangenen Bemerkungen kaum noch einer Erläuterung bedürfen. Der Stab 7 enthält die den Ausschlägen der Schwellenwaage proportionalen Schwellengewichte in Gramm; Stab 8 die Reduction derselben auf die Flächeneinheit oder den Schwellendruck, gemessen in Tausendstel-Atmosphären; Stab 9 die Mittelwerthe aus den Beobachtungen einer Gruppe und endlich Stab 10 das Verhältniſs der Mittelwerthe.

(Tabelle I siehe S. 138 u. 139.)

Zum besseren Ueberblick der Resultate möge es gestattet sein, die in dem letzten Stabe der Tabelle I enthaltenen Verhältniſszahlen noch einmal und zwar für jede Versuchsperson gesondert aufzuführen.

Tabelle II.

	Datum	Beobachtung	Verhältnifszahlen		
Reagent K.	23. 6.	1— 5	1	1,17	1,24
	26. 6.	20—24	1	1,25	1,46
	28. 6.	30—34	1	1,10	1,30
	29. 6.	35—37	1	1,24	1,59
	1. 7.	43—49	1	1,14	1,18
Reagent F.	23. 6.	6— 9	1	1,22	
	24. 6.	10—14	1	1,09	1,35
	25. 6.	15—19	1	1,13	1,03
	28. 6.	25—29	1	1,15	1,31
	1. 7.	38—42	1	1,30	2,15
	1. 7.	50—54	1	1,35	1,75

Die Zahlen geben das Verhältnifs der hydrostatischen Drücke, bei welchen der gewählte Tastpunkt anspricht, wenn verschiedene Flächen aber constante Druckgeschwindigkeiten auf ihn einwirken. Wie man sieht, bestätigen die neuen Versuche nahezu den schon früher, bei nicht auf einzelne Tastpunkte beschränkter Reizung gefundenen Satz, dafs die Erregung dann eintritt, wenn ein bestimmter, für den benutzten Tastpunkt (für die benützten Tastpunkte) charakteristischer Druckwerth erreicht ist. Die Bestätigung ist aber, wie gesagt, keine vollkommene. Ausgenommen die Beobachtungen 15—19, welche allerdings annähernd constante Druckwerthe für die 3 Flächengröfsen aufweisen, lassen alle anderen Beobachtungen bei den gröfseren Flächen eine Zunahme des zur Reizung nöthigen Druckes erkennen, deren Betrag in den einzelnen Versuchen verschieden grofs ist. Von der Ableitung eines Mittelwerthes für die relative Druckzunahme aus den Verhältnifszahlen aller Versuche wurde Abstand genommen, weil den einzelnen Bestimmungen nicht gleiches Gewicht zuerkannt werden kann. Die Erfahrungen der zahlreichen Vorversuche haben nämlich ergeben, dafs die hauptsächlichsten der vom Reagenten unabhängigen Fehlerquellen des Versuchs dahin tendiren, die den grofsen Reizflächen entsprechenden Druckwerthe zu verkleinern. Diese Fehlerquellen sind:

1. Mitreizung benachbarter Tastpunkte. Die Vorversuche, welche vielfach auch mit gröfseren Flächen ausgeführt wurden,

haben regelmäfsig ergeben, dafs die Reizschwelle sinkt, sobald benachbarte Druckpunkte in die Reizung einbezogen werden. Das Uebergreifen der Erregung findet natürlieh bei den grofsflächigen Reizen am leichtesten statt; es besteht daher die Gefahr, dafs für die grofsen Reizflächen die Schwellen zu niedrig ausfallen. Dafs diese Fehlerquelle auch in den vorliegenden Versuchen trotz aller Vorsicht wohl nicht unbedingt ausgeschlossen ist, zeigen die Beobachtungen an den Tastpunkten m und g des Reagenten F. (Beobachtung 10—14, 15—19, 25—29). Diesen Tastpunkten liegen andere von grofser Reizbarkeit (r bezw. k) nahe genug (1,8 mm), dafs eine Beeinflussung durch die gröfseren Reizflächen möglich erscheint und in der That zeigen die Versuche gerade an diesen Punkten die kleinsten Verhältnifszahlen.

2. Trägheitsschwingungen der Schwellenwaage. In der mehrfach angezogenen Beschreibung der Schwellenwaage wurde bereits darauf hingewiesen, dafs die Bewegungen des Instrumentes bei den grofsen Belastungsgeschwindigkeiten nicht ganz frei von Trägheitsschwingungen sind. Nun müssen zur Erhaltung der geforderten constanten Druckgeschwindigkeit die gröfsten Reizflächen auch mit den gröfsten Belastungsgeschwindigkeiten combinirt werden. Ein Ueberschreiten der an dem Gradmesser abgelesenen Endlage (der Endbelastung) findet daher höchst wahrscheinlich statt und mufs für die grofsen Flächen zu kleine Schwellenwerthe vortäuschen.

3. Durchbiegung der gröfseren Kupferscheibchen ist, wie erwähnt, nicht wahrscheinlich, aber doch möglich. Die Scheibe würde dadurch eine gegen die Haut convexe Wölbung und damit eine stärkere Reizwirkung gewinnen. Resultat: Erniedrigung der Reizschwelle.

Wie ersichtlich wirken die 3 genannten Fehler sämmtlich in der gleichen Richtung. Wenn trotzdem die Versuche ein Steigen der eben wirksamen Druckwerthe mit der Reizfläche unzweifelhaft erkennen lassen, so ist damit ein Beweis a fortiori gegeben. Gelänge es die aufgezählten Fehler zu vermeiden, so würde das Anwachsen der Druckschwellen nur noch deutlicher sein. Daraus folgt, dafs die grofsen Verhältnifszahlen der Beobachtungen 38—42, welche an einem günstiger gelegenen Tastpunkt mit geringer Druckgeschwindigkeit ausgeführt sind, gröfseres Gewicht haben, als die kleinen Verhältnifszahlen der

Beobachtungen 15—19 an einem wenig günstig gelegenen Punkt und mit grofser Geschwindigkeit. Es gilt demnach für die hier gebrauchten Flachengröfsen der Satz, dafs der eben merkliche Druckwerth langsam aber deutlich steigt, wenn die Fläche wächst.

Zieht man es vor, die Reizschwellen statt in hydrostatischen Drücken in Gewichten (Kräften) zu messen, so lautet der Satz, dafs die Schwellengewichte viel rascher wachsen, als die Flächen, z. B. in den Beobachtungen 38—42:

Verhältnifs der Flächen	1	2	3,7
der Schwellendrucke	1	1,3	2,1
„ der Schwellengewichte	1	2,6	7,9

Ausdehnung der Versuche auf Flächen anderer Gröfsenordnung.

Ein Uebergang zu anderen Flächengröfsen ist ausgeschlossen, solange man an der beschriebenen Versuchsanordnung festhält. Die kleinste Fläche von 0,48 mm^2 streift schon die Grenze dessen, was versuchstechnisch noch durchführbar ist. Für Flächen von 2 und mehr Quadratmillimeter macht sich einerseits die Unebenheit der Haut immer mehr fühlbar, andererseits geht der Vortheil isolirter Reizung einzelner Sinnespunkte verloren. Es scheint überhaupt als ob einer Ausdehnung der Versuche auf gröfsere Flächen unübersteigliche Schranken gesetzt wären. Dem ist jedoch nicht so. Starre Körper sind freilich zu grofsflächiger Reizung nicht zu gebrauchen, dagegen sind Flüssigkeiten im Stande sich allen Unebenheiten der Haut anzuschmiegen und einen gleichmäfsigen Druck über grofse Flächen auszuüben. Würde es unter solchen Umständen zur Erregung des Tastsinns kommen, so wäre der Versuch in Folge der grofsen Zahl betheiligter Tastpunkte schwer zu deuten. Nachdem aber Meissner vor nunmehr 40 Jahren gezeigt hat, dafs eine Erregung nicht eintritt, ist der Versuch für die vorliegende Frage direct von Belang.

Meissner[1] tauchte die Hand mit gestreckten Fingern unter Quecksilber und setzte dadurch die Fingerspitzen unter einen Druck von etwa $^1/_4$ Atmosphäre. Die untergetauchten Haut-

[1] *Zeitschr. f. rat. Med.*, 3. Reihe, 7, 99ff.

flächen empfinden dann keinen Druck mit Ausnahme eines schmalen Gebietes im Niveau der Quecksilberoberfläche. Berührte M. aber unter Quecksilber die Wand des Gefäfses, so wurde dies sofort wahrgenommen.

Von der Richtigkeit dieser Beobachtungen kann man sich leicht überzeugen. Eine Beziehung des obwaltenden Druckes auf eine bestimmte Hautfläche ist aber schwierig, weil der Druck proportional dem Abstande von der Oberfläche des Quecksilbers zunimmt. Man kann ferner den berechtigten Einwand erheben, dafs es sich in dem vorliegenden Falle um einen andauernden Druck handelt, bei den Versuchen mit der Schwellenwaage dagegen um einen Druckanstieg von gegebener Steilheit. Um dem Einwand zu begegnen kann man, und dies hat schon Meissner gethan, die Hand rasch in das Quecksilber einsenken, doch ist der Versuch nicht rein; es entstehen leicht Empfindungen durch den Widerstand der trägen Flüssigkeit. Besser ist es dem Versuch die folgende Form zu geben.

Man nimmt ein dickwandiges Glasrohr von 80 cm Länge und etwa 2 cm lichter Weite und bindet über das eine Ende einen Kautschukfingerling, welcher in das Rohr eingestülpt wird. Der einstülpende Finger wird mit dem Nagelgliede und dem gröfsten Theile der zweiten Phalange in die Röhre geschoben und durch eine schmale Leinen- oder Mullbinde fixirt. Nun läfst man von einem Gehilfen in die schräg gehaltene Röhre Quecksilber eingiefsen, bis sie nahezu gefüllt ist. Die Binde hat dabei den Zweck ein Vordrängen und Platzen des dünnen Fingerlings zu verhüten. Stellt man die Röhre senkrecht, so lastet auf dem Finger (abgesehen vom Luftdruck) der Druck von einer Atmosphäre; legt man sie horizontal (wobei ein locker sitzender Kork oder auch der Daumen der anderen Hand das Ausfliefsen verhindert) so ist der Druck nahezu oder auch wirklich gleich Null. Gesetzt es geschehe das Aufrichten der Röhre mit gleichförmiger Winkelgeschwindigkeit innerhalb einer Secunde, so beginnt die Drucksteigerung mit einer Geschwindigkeit von $\frac{\pi}{2}$ Atm/Sec. (d. i. das 6—28fache der in den obigen Versuchen benutzten), um allmählich bis Null abzunehmen. Es hat indessen keine Schwierigkeit das Aufrichten der Röhre mit noch gröfserer Geschwindigkeit auszuführen, so dafs jedenfalls der allergröfste Theil des

schliefslichen Druckes mit Geschwindigkeiten erreicht wird, welche die oben benützten ganz wesentlich übertreffen.

Während des Aufrichtens und hinterher bei ruhig stehender Röhre hat man das Gefühl einer starken Einschnürung in der Mitte der zweiten Phalange, dagegen keine Empfindung im distalen Abschnitt des Fingers. Nur für den Fall, dafs der Finger den Fingerling nicht ganz ausfüllt und in der Spitze des letzteren eine gröfsere Luftblase zurückgeblieben ist, hat man in Folge des Auftriebes derselben beim Aufrichten den Eindruck als ob der Fingerling von dem Nagelgliede abgestreift würde. Also auch hier genau wie bei Meissner Empfindung von geringfügigen Deformationen, dagegen keine Empfindung von dem starken Druck der Quecksilbersäule. Der nahezu gleichmäfsig gedrückte aber empfindungsfreie Hautbezirk hat eine Fläche von beiläufig 2000 mm^2.

Sehr überzeugende Resultate liefert auch der folgende bequem auszuführende Versuch, der von dem einen von uns schon früher empfohlen wurde (Unters. 236). Man steckt die Hand (oder den Unterarm) in einen Cylinder wie er für plethysmographische Versuche gebräuchlich ist und hält sie durch eine Kautschukmanschette fest, deren dichtes Schliefsen man durch übergelegte Bänder sichert. In dem Luftraume erzeugt man sodann durch Verbindung mit einem Druckgefäfs oder einfach durch Einpressen eine Drucksteigerung, deren Geschwindigkeit ebenso grofs oder gröfser gemacht werden kann, als in den Versuchen mit der Schwellenwaage. Auch hier tritt keine Tastempfindung durch den Druck ein, ausgenommen in der Gegend der Manschette, während das Einströmen der Druckluft thermisch und in Folge der Bewegung der Haare auch tactil gefühlt wird.

Alle diese Versuche lassen erkennen, dafs der Satz von dem Wachsthum des Schwellendruckes mit der Fläche, der oben für den Bereich einzelner Nervenenden erwiesen worden ist, auch für sehr grofsflächige Reizung Geltung hat.

Eine Prüfung des Satzes für sehr kleine Flächen, $^1/_{20}$ mm^2 und darunter, gestatten die Reizhaare. Es ist schon bei einer früheren Gelegenheit darauf hingewiesen worden (Unters. 224), dafs Reizhaare verschiedenen Querschnitts, welche auf der Haut gleiche (hydrostatische) Drücke erzeugen, für einen gegebenen

Tastpunkt nicht gleichwerthige Reize darstellen; das dickere Haar ist stets das wirksamere. An derselben Stelle ist ferner ein Versuch mitgetheilt (Unters. 229), aus welchem hervorgeht, dafs 3 Reizhaare von

bezw. $^1/_{60}$, $^1/_{200}$, und $^1/_{800}$ mm² Querschnitt und
0,9 1,6 3,2 Atm. Druckwerth, für eine Anzahl ausgewählter Tastpunkte gleichwerthige Schwellenreize darstellten. Für Tastpunkte gröfserer Empfindlichkeit, wie sie zu den Versuchen mit der Schwellenwaage gewählt wurden, findet man die nachfolgenden äquivalenten Druckwerthe

Fläche	Druckwerth
0,05 mm²	0,25 Atm.
0,033	0,31
0,025	0,36
0,02	0,40
0,01	0,56
0,005	0,80
0,004	0,89
0,003	1,03
0,002	1,26
0,001	1,78

Da die durch Reizhaare hervorgebrachten Deformationen fast momentan eintreten, sind die einwirkenden Druckgeschwindigkeiten reichlich so grofs wie in den obigen Versuchen mit der Schwellenwaage. Die hohen zur Reizung nöthigen Druckwerthe können somit unmöglich auf zu geringe Druckgeschwindigkeit bezogen werden. Vielmehr zeigt sich unzweifelhaft, dafs der für die gröfseren, oder kurz für die makroskopischen Flächen nachgewiesene Satz, hier nicht mehr zutrifft. Die wahrscheinliche Ursache dieser Abweichung wird in dem folgenden Abschnitt erörtert.

Zusammenfassung und Discussion der Ergebnisse.

Die Beobachtungen haben sämmtlich ergeben, dafs die zur eben merklichen Erregung der Tastorgane nöthigen Drücke eine Function der Reizfläche sind. Die Form der Abhängigkeit wird ersichtlich aus der Curve Fig. 2, deren Abscissen Flächen in mm², deren Ordinaten Drücke in 0,1 Atm. bedeuten. Die Curve

besitzt zwei Aeste; der linke Ast entsprechend den kleinsten oder mikroskopischen Flächen steigt sehr steil empor, der rechte, den makroskopischen Flächen gehörige, erhebt sich langsamer.

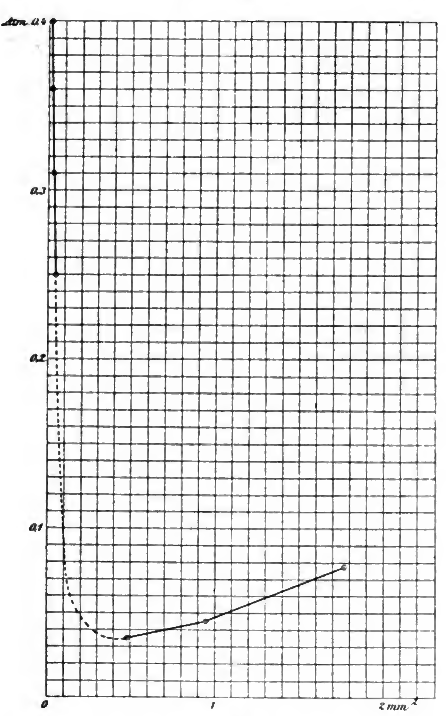


Fig. 2,
zeigt die Abhängigkeit der zur eben merklichen Erregung eines Tastpunktes nöthigen Drücke (der Schwellendrücke) von der Gröfse der Reizfläche.

Zwischen beiden besitzt die Curve ein Minimum, dessen Lage nicht genau bekannt, dessen Ordinaten aber jedenfalls kleiner sind als 0,5 mm² und 0,036 Atm. Die Fortsetzung der Curve nach rechts ist ebenfalls wenigstens in Bezug auf den genaueren Verlauf unbekannt, wenn auch mit Sicherheit gesagt werden

kann, dafs sie noch weiter ansteigt, denn für Flächen von ungefähr 2000 mm² liegt der Schwellenwerth höher als 1 Atm., vielleicht sogar sehr hoch über diesem Werthe. Von dem linken Aste der Curve sind eine gröfsere Zahl von Punkten bekannt, welche sich sämmtlich auf sehr kleine Flächen von $^1/_{20}$—$^1/_{1000}$ mm² beziehen; die zugehörigen Druckwerthe liegen aber so hoch, dafs sie zum gröfsten Theil in der Curve nicht Platz finden konnten ohne der Figur eine ungebührliche Ausdehnung zu geben. Für den vorliegenden Zweck ist die Kenntnifs des Verlaufs der Curve im Allgemeinen genügend.

Wie man sieht, könnte in der Nähe des Minimums der Schwellendruck als nahezu constant, d. h. als unabhängig von der Fläche aufgefafst werden, die Erregung somit einfach als eine Function des Druckes oder des auf die Flächeneinheit wirkenden Gewichts. Sobald aber gröfsere oder kleinere Flächen in Betracht kommen, ist die Abhängigkeit keine so einfache.

Fafst man für's erste nur den rechten Ast der Curve ins Auge, so lehrt er, dafs ein gegebener Druck um so mehr an Wirksamkeit einbüfst, je gröfser die Fläche ist, auf die er wirkt. Da die gemessenen Werthe sich auf Reizung einzelner Endorgane beziehen, welche so genau wie möglich unter dem Mittelpunkt der jeweiligen Reizfläche liegen, so sollte anscheinend ihre Gröfse belanglos sein. Die eigentliche Angriffsfläche des Reizes bleibt constant gleich der Projection des Tastkörperchens auf die Oberfläche der Haut (ungefähr 0,001—0,002 mm²). Die Thatsache, dafs trotz Constanz der physiologischen Reizfläche und trotz stets gleicher Druckgeschwindigkeit die Erregung bei verschiedenen Druckwerthen eintritt, ist nur zu verstehen, wenn man die Wirkung der Deformation nicht nur für die Oberfläche sondern auch für die tieferen Schichten der Haut in Betracht zieht.

Die Structur der Haut, soweit sie hier interessirt, ist auch in dem aus ihr hergestellten technischen Product, dem Leder, im Wesentlichen noch erhalten. Es handelt sich um ein dichtes Gewirre von Fasern, die so fest mit einander verbunden sind, dafs für die in Betracht kommenden Kräfte eine Trennung des Zusammenhanges ausgeschlossen ist. Dasselbe gilt in gleichem, ja noch höherem Maafse von der Epidermis, deren Zellen durch die Intercellularbrücken auf das Innigste zusammenhängen. Zwischen sowie in den Zellen und Fasern befindet sich reichlich

Wasser, welches in der lebenden Haut etwa 75 % der Masse ausmacht.[1] Eine mechanische Verdrängung desselben ist im Allgemeinen möglich, doch stehen dem sehr bedeutende osmotische und Reibungswiderstände entgegen, so daſs für schwache und namentlich kurzdauernde Deformationen die Verschiebung der Flüssigkeit vernachlässigt werden kann. Unter dieser Voraussetzung läſst sich der Haut die Eigenschaft vollkommener Elasticität zuerkennen. Die gesetzten Deformationen werden Aenderungen hervorrufen einerseits in der Spannung der in allen möglichen Richtungen ziehenden Fasern, andererseits in dem hydrostatischen Druck der eingeschlossenen Flüssigkeit.

Ist nun wie eingangs gezeigt wurde, der mechanische Eingriff auf die Haut nicht die unmittelbare Ursache der Nervenerregung, so können es auch die durch ihn hervorgerufenen Spannungen nicht sein. Bleibt in Folge eines stärkeren Eingriffs eine rückständige Deformation, ein sog. Druckbild, auf der Haut, so ist dasselbe als eine neue Gleichgewichtslage aufzufassen. Die anfangs gesetzten Spannungen sind unter Verdrängung von Gewebsflüssigkeit ganz oder bis auf einen kleinen Rest verschwunden; die übrig bleibenden haben z. Th. entgegengesetztes Zeichen, weil die schwer deformirbare Epidermis die Rückkehr in ihre normale Lage stärker als die Cutis anstrebt. Die Empfindung des Druckes bleibt aber ungeändert bestehen und erlischt nur ganz allmählich (Unters. 184, Kiesow 437).

Diese Erfahrungen sowie weitere sogleich zu erwähnende sprechen zu Gunsten der schon anderen Orts ausgesprochenen Annahme, daſs in der Flüssigkeitsverdrängung im Innern der Haut bezw. des Tastkörperchens die unmittelbare Veranlassung zur Erregung zu erblicken sei.[2] Die Voraussetzung für eine

[1] 72 % in der Leichenhaut; vgl. Volkmann, Leipziger Ber. 1874, 228 u. Vierordt, Tabellen, Jena 1893.

[2] Unters. 259. Der dort ausgesprochenen Annahme, daſs die Wasserverdrängung zur Concentrationserhöhung und dadurch zur Nervenerregung führe, ist der Einwand gemacht worden (*Litter. Centralbl.*, 24. April 1897), daſs damit die weitgehende Empfindlichkeit der Haut gegen intermittirende Reize nicht vereinbar erscheint. Die Frage ist nur: Wie lang ist der Weg den die Flüssigkeit zurückzulegen hat? Ist derselbe von mikroskopischer Kleinheit — und nichts hindert dies anzunehmen — so kann Störung und Wiederherstellung des Gleichgewichts sehr rasch auf einander folgen. Auch bei der Muskelcontraction findet Wasserverschiebung aus der isotropen in die anisotrope Substanz statt (vgl. Engelmann, *Arch. f. d. ges. Physiol.* 7, 155;

solche Verschiebung ist aber immer das Auftreten von Druckdifferenzen, das Vorhandensein eines Druckgefälles. Bezeichnet man mit r den Abstand des betrachteten Punktes von der Hautoberfläche, mit p den daselbst herrschenden Druck, so ist dp/dr die Aenderung des Druckes von Punkt zu Punkt oder das Druckgefälle. Setzt man ein Gewicht auf die Haut, so ist der Druck am gröfsten in der Berührungsfläche und nimmt von dort nach der Tiefe zu ab, das Druckgefälle ist negativ; positiv dagegen wenn Zugwirkungen auf die Haut stattfinden. Bei gleichem oberflächlichen Druck ist das Druckgefälle abhängig von der Gröfse der Berührungs- oder Deformationsfläche. Dies ist zu erwarten auf Grund von theoretischen Betrachtungen und hat sich unmittelbar beobachten lassen in Versuchen, die der eine von uns an Gelatineplatten angestellt hat (Unters. 225—27). Grofse Flächen erzeugen ein weniger steiles Druckgefälle unter sich als kleine. Für Reizflächen, deren Durchmesser gegen die Dicke der deformirten Platte nicht in Betracht kommt, ergiebt sich das erwähnte Verhalten schon aus der geometrischen Aehnlichkeit der Bedingungen. In noch rascherer Folge wird das Druckgefälle mit dem Wachsthum der deformirenden Fläche abnehmen, wenn ihr Durchmesser gleich oder gröfser wird als die Dicke der elastischen Platte. Im Grenzfalle, d. h. bei, im Verhältnifs zur Plattendicke sehr grofser deformirender Fläche wird das Druckgefälle unter ihr geradezu gleich Null.

Diesem Verhalten des Druckgefälles unter den genannten Umständen entspricht nun in auffälliger Weise die resultirende Erregungsstärke (vgl. Fig. 2). Wählt man z. B. einen Druck von $^1/_{12}$ Atm., so ist derselbe bei sehr grofser Reizfläche, also verschwindendem Druckgefälle, ohne Effect, eben wirksam bei 2 mm^2 und gleich der doppelten Stärke des Schwellenreizes bei 0,5 mm^2 Reizfläche, d. h. bei dem stärksten Druckgefälle. Es ist daher der Schlufs gerechtfertigt, dafs die Erregung des Tastorgans eine Function des an seinem Orte herrschenden Druckgefälles ist.

18, 1, 23, 571) und in umgekehrter Richtung bei der Erschlaffung; dennoch läuft der Procefs in der kürzesten Zeit ab und kann sich vielmal in der Secunde wiederholen. Die feinere Structur der Tastkörperchen und verwandter Organe ist noch viel zu wenig bekannt, um die obige Annahme als unmöglich oder auch nur als unwahrscheinlich hinzustellen.

Scheinbar in Widerspruch mit dieser Folgerung steht der linke Ast der Curve, welcher sich auf die mikroskopischen Reizflächen bezieht. Es versteht sich, daſs die Zunahme des Druckgefälles in Folge Verkleinerung der Deformationsfläche ganz allgemein, also auch für diese kleinsten Flächen gilt. Geht man von einem constanten oberflächlichen Druck aus, so muſs das experimentell nachgewiesene, stärkere Druckgefälle der kleinen Flächen dazu führen, daſs schon in geringerer Entfernung von der Oberfläche der Druck nahezu auf den Werth Null herabsinkt, womit dann natürlich auch jede Wirkung auf das Tastorgan aufhört. Kleine Flächen müssen demnach nicht nur ein steileres Gefälle, sondern auch eine raschere Aenderung des Gefällswerthes von Ort zu Ort herbeiführen. Der zur Erregung eben noch genügende Gefällswerth rückt mit Verkleinerung der deformirenden Fläche immer näher an die Oberfläche heran, er wird schlieſslich zwischen Tastkörperchen und Oberfläche zu liegen kommen und damit die Wirksamkeit des Reizes erlöschen. Man ist dann genöthigt, den oberflächlichen Druck zu verstärken, um dem Reiz wieder zur Wirksamkeit zu verhelfen. Da die Tastkörperchen, wie bekannt nicht in der Oberfläche, sondern in merklichem Abstande von ihr liegen, so läſst sich mit Bestimmtheit sagen, daſs dieser Fall eintreten muſs; sein Eintritt wird abhängen von der Art, wie je nach Gröſse der Reizfläche die Werthe des Gefälles von Ort zu Ort sich gestalten, von dem für den betrachteten Tastpunkt nöthigen Schwellenwerth des Gefälles und endlich von dem Abstand des Körperchens von der Oberfläche. Da über die ersten beiden Bedingungen gar keine Angaben gemacht werden können, über die dritte aber nur ungefähre, so ist begreiflich, daſs eine Vorhersage ausgeschlossen ist.

Der linke Ast der Curve läſst nun erkennen, bei welchen Flächengröſsen sich der genannte Umstand bemerklich macht und welche Drücke angewendet werden müssen, um die fehlende Reizwirkung herzustellen. Sie lehrt, daſs schon sehr bald unter 0,5 mm², etwa bei 0,3 mm² die Annäherung der wirksamen Gefällswerthe an die Reizfläche fühlbar zu werden beginnt. Während aber hier eine unbedeutende Drucksteigerung genügt, um den Schwellenwerth wieder zu erreichen, müssen bei weiterer Verkleinerung der Fläche die aufzuwendenden Drücke sehr rasch wachsen, wenn Erregung erfolgen soll. Der linke Curvenast giebt

also mittelbar eine Vorstellung von der Schnelligkeit mit der bei abnehmender Reizfläche der eben wirksame Gefällswerth gegen die Oberfläche emporrückt.

Die Entfernung der Nervenenden von der Oberfläche ist für die in den mitgetheilten Versuchen benützten Tastpunkte nicht bekannt; sie kann aber jedenfalls nicht kleiner sein als die Dicke der Epidermis an der fraglichen Stelle, für welche DROSDOFF[1] den Werth von 0,1 mm angiebt. Auf ein in diesem (oder etwas gröfserem) Abstand befindliches Tastkörperchen wirkt erregend:

die Reizfläche	(Durchmesser)	bei einem oberflächlichen Druck von
0,48 mm²	0,78 mm	0,036 Atm.
0,05 „	0,25 „	0,25 „
0,003 „	0,06 „	1,00 „

Von Interesse ist hier, dafs bei einem Durchmesser der Reizfläche gleich der 2,5fachen Entfernung des Tastkörperchens von der Oberfläche der Druck schon auf das 7fache, bei einem Durchmesser gleich der halben Entfernung auf das 28fache des minimalen Werthes gesteigert werden mufs. Dies zeigt, in wie geringer Entfernung von der Deformationsstelle (bei so kleinen Flächen!) das Druckgefälle bereits auf einen unmerklichen Werth herabgesunken ist. Ohne Zweifel verdankt man nur diesem Umstande die Möglichkeit einzelne Endorgane des Tastsinns isolirt zu reizen. Bewegt man z. B. einen Haarschaft, so wird die Cutis in der Umgebung des Haarbalges deformirt, es entsteht ein Druckgefälle, welches hinreicht, den die Wurzelscheide umspinnenden Nerven zu erregen. Da aber die deformirte Fläche klein und die aufzuwendende Kraft auch nur gering sein kann, so ist für die benachbarten Haarbälge das Druckgefälle schon ganz unmerklich und die Reizung bleibt auf das eine Haar beschränkt. So erklärt sich, dafs selbst an dicht behaarten Stellen jedes Haar einzeln gereizt werden kann. Dasselbe gilt für die Tastkörperchen, wenn man sich die mitgetheilten Erfahrungen zu Nutze macht.

Die Versuchsergebnisse mit mikroskopisch kleinen Reizflächen, welche durch den linken Ast der Curve Figur 2 dargestellt sind, stehen demnach bei genauerer Analyse nicht im Widerspruch mit dem Satze von der

[1] *Archives de Physiologie* 1879, citirt nach v. BRUNN, Haut, Jena 1897, S. 17.

erregenden Wirkung des Druckgefälles, sie bilden vielmehr eine Bestätigung desselben, so dafs dieser Satz für alle Flächengröfsen als gültig angesehen werden kann.

Bisher war nur von solchen Einwirkungen auf die Haut die Rede, durch welche sog. Druckreize, oder im Sinne der gepflogenen Erörterungen negative Druckgefälle erzeugt werden. Klebt man die Reizflächen auf der Haut fest und übt auf sie einen Zug aus, so entsteht in der Haut ein positives Druckgefälle. Die begleitende Empfindung zeigt sich nicht nur in gleicher Weise wie bei Druckreizen abhängig von Geschwindigkeit und Ausdehnung der Deformation, sondern die Empfindung tritt auch bei merklich derselben Reizstärke auf und ist ihrem Charakter nach von einer Druckempfindung nicht zu unterscheiden, vorausgesetzt, dafs nur einer oder einige wenige Sinnespunkte getroffen werden.[1] Daraus ist zu schliefsen, dafs für die Erregung eines Tastkörperchens lediglich die Gröfse, nicht die Richtung des Druckgefälles maafsgebend ist. Da hier die Vertheilung der Spannungen eine ganz andere, ja z. Th. der bei Druckreizen entgegengesetzt ist, so geben diese Versuche eine weitere Stütze für die Ansicht, dafs nicht die Spannungen als solche, sondern nur die mit ihnen einhergehenden Druckdifferenzen und Flüssigkeitsverschiebungen in der Haut die Ursache der Erregung sind.

Die Versuchsergebnisse lassen sich zusammenfassen in dem Satze: Unter Voraussetzung constanter Druckgeschwindigkeit sind für ein gegebenes Tastkörperchen solche Reize gleichwerthig, welche an seinem Orte ein gleich grofses positives oder negatives Druckgefälle hervorbringen.

Die durch Figur 2 dargestellten Versuchsergebnisse lassen auch erkennen, warum die Bemühungen von Aubert u. Kammler[2], Bloch[3], Griffing[4] u. A. „die Feinheit" des Druck- oder Tastsinns zu messen, ohne Erfolg geblieben sind. Die von den

[1] v. Frey, *Ber. d. Kgl. Sächs. Ges. d. Wiss.* 1897, S. 462. — G. P. Clark, *American Journal of Physiology* 1, 346, 1898.

[2] l. c. s. o. S. 126.

[3] *Archives de physiol.* 1891, 322.

[4] *Psychol. Review,* February 1895.

Autoren angegebenen Schwellenwerthe sind, soweit die Methoden überhaupt Anspruch auf Zuverlässigkeit machen können, untereinander nicht vergleichbar, weil die Belastungsgeschwindigkeiten, die Gröfse der Reizflächen und ihre Lage zu den Sinnespunkten entweder verschieden oder überhaupt nicht bekannt sind. Aber selbst wenn die verschiedenen Angaben mit einander vergleichbar wären, so würde es doch an einem Maafsstab fehlen, durch den der Erfolg von Tastreizen eindeutig bestimmbar wäre. Eine Messung in Kräften oder Gewichten, ohne Rücksicht auf die deformirte Fläche, ist von vornherein aussichtslos. Ebensowenig kann der Druck, das auf die Flächeneinheit wirkende Gewicht, als Maafs dienen. Er ist, wie Figur 2 zeigt, selbst wieder eine Funktion der Fläche und verliert bei sehr kleinen wie bei sehr grofsen Flächen seine Wirksamkeit.

Ist für eine constante Druckgeschwindigkeit Sorge getragen, so hängt die Wirksamkeit des mechanischen Eingriffs nur noch ab von seiner Fähigkeit, am Orte des zu reizenden Nervenendes ein Druckgefälle genügender Stärke hervorzurufen. Reize, welche diese Fähigkeit besitzen, sind für das betrachtete Endorgan zureichend oder a d ä q u a t, alle anderen nicht, mögen sie was immer für Reizflächen, Kräfte oder Drücke repräsentiren. Folgerichtig sollten daher die Tastreize gemessen werden durch das von ihnen am kritischen Orte erzeugte Druckgefälle. Wie dies geschehen soll, ist freilich nicht abzusehen. Das Druckgefälle im Innern der Haut hängt in so verwickelter Weise ab von dem deformirenden Gewicht, der getroffenen Fläche, der Gestalt der Oberfläche, von der Dicke und Beschaffenheit der Haut, sowie der unterliegenden Gewebe, dafs eine Vorhersage über dasselbe ebenso unmöglich erscheint, wie eine experimentelle Ermittelung. Dazu kommt noch, dafs eine gegebene Deformation einen ganz verschiedenen Reizwerth besitzt, je nachdem das erregbare Tastorgan in der Tiefe der Haut oder nahe der Oberfläche, inmitten der deformirten Fläche oder am Rande derselben gelegen ist.

Wie man sieht, mufs auf eine allgemein gültige Aichung von Tastreizen verzichtet werden. Damit ist aber nicht gesagt, dafs sie nicht innerhalb gewisser Grenzen möglich ist. Zu diesen Grenzen gehört die Beschränkung der Reizung auf einzelne Nervenenden; denn bei gröfseren Flächen hängt die Wirkung in ganz unberechenbarer Weise von der Zahl und Erregbarkeit der

getroffenen Nervenenden, von ihrer Lage innerhalb oder am Rande der deformirten Fläche ab.

Aber selbst bei Reizung einzelner Nervenenden, welche nach den mitgetheilten Versuchen unter günstigen Umständen mit Flächen von 2 mm^2 und darunter möglich erscheint, ist wie ein Blick auf die Curve Fig. 2 zeigt, an ein einheitliches Maafs für den Reizwerth noch nicht zu denken. Man kann nichts anderes thun, als empirisch ermitteln, welche Maafseinheit, welches Verhältnifs ganzer oder gebrochener Potenzen von Gewicht und Fläche für eine gewisse Gröfsenordnung von Reizflächen am zweckmäfsigsten ist. In diesem Sinne hat der eine von uns für mikroskopische Flächen von $^1/_{500}$ bis $^1/_{20}$ mm^2 die Aichung in Spannungeinheiten (= 1 gr/mm) in Vorschlag gebracht (Unters 228), welche Wahl sich in den vielfachen Versuchen mit Reizhaaren in der That als brauchbar erwiesen hat. Es hat defshalb auch die Aichung des Haarästhesiometers nach dieser Einheit zu geschehen, sofern er zu Schwellenbestimmungen im Gebiete des Tastsinns benutzt wird.

Abhängigkeit des Reizerfolges von der Zeit.

In den bisherigen Erörterungen ist die zeitliche Entwickelung des erregenden Druckgefälles aufser Acht gelassen worden; der Einflufs dieser Variablen war eliminirt durch Einhaltung einer stets gleichen Druckgeschwindigkeit. Wird diese Beschränkung fallen gelassen, so zeigt sich der Reizerfolg in der mehrfach erwähnten Weise von der Zeit abhängig. Die Frage ob und wie stark ein gegebenes Tastkörperchen von einer Deformation erregt werden kann, wird von 2 Gröfsen bestimmt, erstens von dem Werthe des Druckgefälles an dem Orte des Körperchens, und zweitens von der Schnelligkeit mit der das Druckgefälle zeitlich entsteht. Keine dieser beiden Gröfsen ist für sich allein genügend den Reizerfolg zu bestimmen, aber alle anderen Versuchsbedingungen lassen sich auf diese beiden zurückführen. Wie man sieht, spielen die beiden Gröfsen als Erregungsbedingungen dieselbe Rolle, wie die Stromstärke (bezw. Dichte) und ihre zeitliche Entwicklung bei der elektrischen Reizung. Setzt man statt der Stromstärke die Stärke des Druckgefälles dp/dr in die Gleichung der Differen-

tialerregung ein, so würde dieselbe nach E. du Bois-Reymond[1] lauten

$$\varepsilon = F\left(\frac{d\left(\frac{dp}{dr}\right)}{dt}, \frac{dp}{dr}\right).$$

Legt man das Erregungsgesetz von Hoorweg[2] zu Grunde, so erhält man für die Differentialerregung den Werth

$$\varepsilon = \alpha_0 \frac{dp}{dr} e^{-\beta t},$$

worin α_0 die Anfangserregbarkeit, β den sogen. Extinctionscoefficienten der Erregung und e die Basis der natürlichen Logarithmen bedeutet.

Die Erfahrungen im Gebiete des Tastsinns lassen keinen Zweifel, daſs beide Gesetze, so scharfsinnig sie auch aufgestellt und begründet worden sind, gegenüber der Mannigfaltigkeit der Erscheinungen nicht ausreichen. Dies von dem Gesetze du Bois-Reymond's zu erwarten würde ungerecht sein, da es ja über die Form der Function F keine Aussage macht. In welcher Richtung das Gesetz von Hoorweg in seiner Anwendung auf Tastreize eine Ergänzung erfahren müſste, möge durch die nachfolgenden Bemerkungen angedeutet sein.

Die Erregung der Tastnerven ist im Allgemeinen eine tetanische. Nur auf Grund dieser Eigenschaft ist es möglich andauernde Deformationen der Haut als solche zu erkennen. Die Erregung durch constante Deformationen ist aber keine continuirliche, sondern sie zerfällt in eine Reihe von Erregungsstöſsen, welche am leichtesten bei starker Reizung einzelner Sinnespunkte wahrgenommen werden kann. Das gleiche gilt für die Erregung der Punkte mit dem constanten elektrischen Strom. Die Amplitude der Erregungsstöſse wird rasch kleiner und nach einer bestimmten Zeit, deren Dauer von der Reizstärke abhängt verschwindet die Erregung. Bei den schwächsten, den schwellenmäſsigen Reizen, entsteht überhaupt nur ein Erregungsstoſs bezw. die ihr correspondirende sogen. Berührungsempfindung. Alle diese Vorgänge haben mit der „Steilheit" des Reizes direct nichts zu

[1] Unters. üb. thier. Elektr. I, S. 288.

[2] *Arch. f. d. ges. Physiol.* 52, 87; 53, 587; 57, 427; 74, 1. — *Deutsch. Arch. f. klin. Med.* 51, 191; 52, 541. — *Archives de physiol.* 1898, 269.

thun. Sie sind Erscheinungen des Abklingens des Erregungsvorganges innerhalb des erregbaren Gebildes sowie der ihm innewohnenden Automatie. Wird die Deformation nur ganz allmählich gesteigert, so kann sie für die erste Zeit der Wirkung eines sehr schwachen constanten Reizes gleichgesetzt werden. Die minimale, eventuell unter der Schwelle des Bewufstseins bleibende Erregung klingt rasch ab und die weitere Zunahme der Deformation bleibt ohne Erfolg. Auf diese Weise ist ein Einschleichen in starke Deformationen möglich. Für den Erregungseffect im Ganzen oder für die Integralerregung ist daher die zeitliche Entwicklung der Reizstärke wohl von Belang, während die Elementar- oder Differentialerregung anscheinend nur von der augenblicklichen Reizstärke abhängt.

Wie man sieht ist mit diesen Erscheinungen das Gesetz von DU BOIS-REYMOND nicht im Einklang, das Gesetz von HOORWEG nur insoweit, als es sich um Schwellenreize handelt. Allerdings sieht dasselbe bei starken Reizen eine längere Dauer und gröfsere Amplitude der Erregung vor, aber nicht eine Anzahl von Erregungsstöfsen. Es darf hier wohl erwähnt werden, dafs die beschriebene Reaction auf Dauerreize nicht den Tastnerven allein eigenthümlich ist, sondern durch vielfache Beispiele aus der Muskel- und Nervenphysiologie belegt werden könnte.

Eine weitere Schwierigkeit für das Gesetz von DU BOIS-R. bildet das Verhalten der beiden in der Haut vorhandenen mechanisch erregbaren Nervenarten, der Tast- und Schmerznerven. Von letzteren ist bekannt, dafs sie von constanten Deformationen geringer Stärke nach einer Latenz von vielen Secunden erregt werden können, worauf die Erregung langsam abklingt. Nach dem Gesetze von HOORWEG würde die träge Reaction der Schmerznerven ihren Ausdruck finden durch kleine Werthe der Coefficienten α_0 und β, während dieselben für die Tastnerven grofs sein müfsten. Auf ähnliche Unterschiede im Verhalten verschiedener Nerven gegen den elektrischen Strom hat HOORWEG selbst bereits aufmerksam gemacht.[1] Die Unterschiede der Nerven in ihrer Reaction auf denselben Reiz wären dadurch einer quantitativen Bestimmung zugänglich. Nach der von DU BOIS-REYMOND aufgestellten Formulirung müfste man dagegen annehmen, dafs für die Schmerznerven die Erregung überhaupt

[1] *Arch. f. d. ges. Phys.* 52, 107.

nur von dem absoluten Werth der Reizstärke abhängig ist, was mit anderen Erfahrungen in Widerspruch steht.

Von sehr grofser Bedeutung für die Theorie der Erregung ist bekanntlich die Frage der Oeffnungszuckung. In Analogie mit den Intensitätsschwankungen elektrischer Ströme kann man auch von Schliefsung und Oeffnung constanter Deformationen sprechen. Die Wirkung der Schliefsung ist eben erörtert worden. Bezüglich der Oeffnung, gewöhnlich als Entlastung bezeichnet, ist schon früher (Unters. 186) zwischen 2 Fällen unterschieden worden.

In dem einen Falle handelt es sich um Druckempfindungen, welche während der ganzen Dauer der Belastung anhalten, und bei der Entfernung der Last entweder verschwinden (kurze Belastungen) oder sich in die Empfindung des Druckbildes fortsetzen; eine Abnahme der Empfindungsstärke kann damit einhergehen oder auch fehlen. Erfolgt die Abnahme zu einem kleineren Werthe oder zu Null, so hat man es mit einer Entlastungsempfindung sensu stricto zu thun.

Zu dem anderen Falle gehören alle Druckempfindungen, welche trotz andauernder Belastung verschwinden (abklingen). Wird jetzt die Belastung entfernt, so kann es zu einer Empfindung kommen; dieselbe hat aber einen ganz anderen Charakter als die eben beschriebene Entlastungsempfindung. Der über den Vorgang nicht unterrichtete Reagent beschreibt sie als Berührung, Stofs, Erschütterung oder einfach als Druck, kurz als eine Empfindung, welche mit der Schliefsungserregung identisch, aber schwächer ist. Nur diese Erregung kann mit der Oeffnungszuckung des Nervmuskelpräparates in Parallele gestellt werden und soll daher auch Oeffnungserregung heifsen. Die Bezeichnung Entlastungsempfindung wird zur Vermeidung von Mifsverständnissen besser nicht auf sie angewendet.

Es ist schon bei einer früheren Gelegenheit (Unters. 185) auf die Möglichkeit ja Wahrscheinlichkeit hingewiesen worden, dafs die Oeffnungserregung auf Versuchsfehlern beruhe, hervorgerufen durch die Erschütterungen des Apparates, welche bei der Entlastung leicht eintreten. Eine gelegentliche Wiederholung der Versuche mit einem Belastungshebel, bei dessen Construction auf Schutz gegen Erschütterung, Durchbiegung oder seitliche Schwankungen möglichst Bedacht genommen war, hat zunächst ergeben, dafs die Oeffnungserregung recht schwach wird und

selbst fehlen kann bei sehr rascher Oeffnung von Deformationen, welche ziemlich hoch über der Schwelle liegen. Die Versuche haben aber zugleich eine weitere eventuelle Ursache für das Auftreten der Oeffnungserregung kennen gelehrt, nämlich das elastische Zurückspringen der Haut in ihre normale Form, nicht nur an der von dem Reiz direct getroffenen Stelle, sondern auch in weiterem Umkreis. Wer Gelegenheit gehabt hat anästhetische Hautbezirke zu untersuchen, wird wissen, wie schwer es hält, ohne besondere Hülfsmittel zur Abstufung der Reizstärke die Grenzen des Bezirkes scharf zu bestimmen. Es liegt das daran, dafs Deformationen innerhalb der anästhetischen Zone, ohne dafs der Untersucher es gewahr wird, auf die gesunde Haut übergreifen und dort gefühlt werden. Das Gleiche trifft wie gesagt zu für viele Fälle von Oeffnungserregung.

Ist diese Auffassung richtig, so mufs sich die Oeffnungserregung dadurch vermeiden lassen, dafs man die Reizung auf ein einzelnes günstig liegendes Tastkörperchen richtet und die Reizfläche so klein wählt, dafs selbst bei starken Reizen die umliegenden Tastkörperchen in die Deformation nicht hineingezogen, oder doch durch sie nicht erregt werden.

Versuche in dieser Richtung haben in der That ergeben, dafs unter derartiger strenger Localisation der Reizung die Oeffnungserregung ausbleibt, selbst wenn man mit der Reizstärke bis an die Schmerzgrenze emporgeht.

Nach diesen Erfahrungen mufs es als wahrscheinlich bezeichnet werden, dafs eine wirkliche Oeffnungserregung im Sinne des Gesetzes von du Bois-Reymond bei Deformationsreizen nicht existirt. Bekanntlich ist auch v. Uexküll[1] bei seinen Versuchen an motorischen Froschnerven, zu der Ansicht geführt worden, dafs die Entlastung nicht unmittelbar, sondern so zu sagen auf einem Umwege erregend wirkt, was in ihrer längeren Latenzzeit zum Ausdruck kommt.

Zum Schlusse sei erwähnt, dafs zwischen der Empfindlichkeit der Haut und zahlreicher Pflanzen gegen mechanische Einwirkungen, eine weitgehende Analogie vorhanden ist, auf welche übrigens bereits Pfeffer[2] aufmerksam gemacht hat. Die Botaniker unterscheiden eine Empfindlichkeit gegen Stofsreize und

---

[1] *Zeitschr. f. Biologie* **31**, 165; **32**, 438.

[2] Unters. a. d. bot. Institut Tübingen, Leipzig 1881—1885, S. 503.

eine Empfindlichkeit gegen Contactreize. Pflanzen, welche gegen Stofsreize empfindlich sind (das bekannteste Beispiel derselben ist Mimosa) reagiren schon auf einen einzigen Anstofs mit der vollen Bewegungsamplitude, worauf eine längere refractäre Periode, d. h. eine Periode aufgehobener oder verminderter Erregbarkeit folgt, während welcher die Pflanze in ihre Ausgangsstellung zurückkehrt. Diese Pflanzen zeigen also ein Verhalten wie der Herzmuskel. Bei Pflanzen, welche gegen Contactreize empfindlich sind (die Hauptrepräsententen dieser Gruppe sind die Ranken der Kletterpflanzen) giebt der einzelne Anstofs nur einen geringfügigen Erfolg, während oft wiederholte Reizungen zu sehr ausgiebigen und langanhaltenden Formänderungen führen. Eine refractäre Periode ist kaum nachweisbar. Dieses Verhalten entspricht dem Skelettmuskel des Thieres. Viel weniger genau als die Unterschiede in der Reaction sind die Unterschiede der Erregbarkeit bekannt; es existiren darüber fast nur qualitative Versuche. Indessen ist festgestellt, dafs Mimosa und ihre Gefährten durch Erschütterungen der ganzen Pflanze, durch Schläge mit einem Gelatinestab, durch den Stofs eines Wasser- oder Quecksilberstrahles erregt werden, die Ranken jedoch nicht. Letztere zeigen sich gegen den Flüssigkeitsstrahl erst empfindlich, wenn ihm feste Theilchen z. B. aufgeschlämmter Thon beigemischt sind. Es müssen, wie Pfeffer sich ausdrückt „discrete Punkte von beschränkter Ausdehnung" getroffen werden, wenn Erregung stattfinden soll. Die Deformationsgeschwindigkeit ist ebenfalls von Bedeutung, Einschleichen in starke Deformationen möglich, die lebendige Kraft des Stofses, wie der Quecksilberstrahl beweist, nicht allein mafsgebend. Sieht man ab von der cumulirenden oder summirenden Eigenschaft der Contactreize (empfindliche Ranken zeigen übrigens auch auf kräftige Einzelreize schon merkliche Reaction) so findet sich eine Abhängigkeit der Erregung von Deformationstiefe, -fläche und -geschwindigkeit in genau demselben Sinne, wie sie für das Tastorgan durch die vorliegende Untersuchung nachgewiesen worden ist. Der Unterschied zwischen den beiden Categorien reizbarer Pflanzen wäre dahin zu präcisiren, dafs Ranken viel stärkere Spannungsdifferenzen oder eines stärkeren Druckgefälles bedürfen als Mimosa. Wie viel übrigens bei letzterer Pflanze der Umstand ausmacht, dafs der reizbare Theil sich an den Gelenken befindet, auf welche die distalen Gliederabschnitte bei der Erschütterung je nach

Rotations- und Trägheitsmoment verschiedene aber zumeist wohl recht erhebliche Zerrungen ausüben, ist noch nicht berücksichtigt.

Zusammenfassung.

Die Aufgabe der mitgetheilten Versuche bestand im Wesentlichen in der Feststellung der Bedeutung, welche die Gröfse der Reizfläche auf das Zustandekommen der Tastempfindung besitzt. Ihre Lösung ist nur möglich, wenn der Einflufs der Deformationsgeschwindigkeit ausgeschlossen werden kann, wozu vorgängige Untersuchungen die Handhabe boten. Es zeigte sich für die Reizung einzelner Endorgane ein Optimum der Reizfläche bei ungefähr 0,4 mm^2 oder Kreisflächen von etwa $^1/_2$ mm Durchmesser. Von dieser Gröfse ab steigt der zur eben merklichen Erregung nöthige Druck bei Vergröfserung der Reizfläche nur langsam, bei Verkleinerung dagegen sehr rasch empor. Erstere Erscheinung läfst sich aus der gleichfalls nur sehr langsam erfolgenden Verminderung des Druckgefälles im Inneren der Haut, letztere aus dem Umstand erklären, dafs die Tastkörperchen in merklichem Abstande von der Oberfläche liegen und daher von sehr umschriebenen und entsprechend seichten Deformationen wenig oder gar nicht mehr getroffen werden. Alle diese Erfahrungen lassen sich zusammenfassen durch die Annahme, dafs für die Erregung eines Tastkörperchens das Vorhandensein eines gewissen Druckgefälles an dessen Orte die nothwendige Voraussetzung ist. Ob dabei der Druck nach der Tiefe abnimmt (Compressionsreize, Druckreize), oder zunimmt (Zugreize) ist für den Erfolg gleichgültig. Die Empfindung ist in beiden Fällen identisch. Das Druckgefälle stellt den adäquaten Reiz für die Tastkörperchen dar. Sein Werth hängt in so verwickelter Weise von den Versuchsbedingungen sowie von der Beschaffenheit der Haut ab, dafs eine Angabe über dasselbe und somit eine physiologische Bemessung der Reize nicht möglich ist. Es müssen daher wie bisher für die Aichung der Tastreize empirisch aufgestellte Maafseinheiten dienen, als welche sich für Reizflächen von der Gröfse der Reizhaare und der Haarästhesiometer die Spannungseinheit = 1 gr/mm bewährt hat.

Man kann fragen, wie ein Tastorgan beschaffen sein mufs, um unter möglichst verschiedenen äufseren Bedingungen anspruchsfähig zu bleiben. Es ist oben gezeigt worden, dafs für

gröfsere der Haut genau sich anschmiegende Reizflächen die Wahrnehmung eine sehr unvollkommene wird und auf die Ränder beschränkt bleibt. Dieser Möglichkeit, welche die Orientirung durch den Tastsinn stark zu beeinträchtigen im Stande ist, kann vorgebeugt werden durch eine unregelmäfsige Gestaltung der Tastflächen sowie durch grofse Beweglichkeit derselben. Die Sicherheit, mit welcher der menschliche Tastsinn gröbere Körperformen der verschiedensten Art erkennt, kann als Beweis gelten, dafs die in der genannten Richtung getroffenen Vorkehrungen ausreichend sind. Versuchsbedingungen, wie sie das MEISSNER'sche Experiment darstellt, ist der Tastsinn allerdings nicht gewachsen, man kann aber sagen, dafs dazu keine Nöthigung vorliegt.

Viel wichtiger ist die geringe und je nach Lage und Dichte der Nervenenden örtlich stark wechselnde Empfindlichkeit gegen sehr kleinflächige Reize. Hier zeigt sich in der That eine Grenze in der Leistung des Tastsinns, welche die Wahrnehmung von feineren Details erschwert oder unmöglich macht. Dafs durch Bewegung die Leistung bedeutend gesteigert werden kann, ist eine allbekannte Erfahrung. Es ist indessen unverkennbar, dafs auch im Bau der Tastflächen sozusagen das Möglichste gethan worden ist, um billigen Anforderungen zu genügen. Eine der wichtigsten Einrichtungen dieser Art sind die Haare, welche den Tastapparat für den gröfsten Theil der Körperoberfläche repräsentiren. Sie bilden eine Einrichtung zur Uebertragung des äufseren Reizes in das Innere der Cutis, sind also den schallleitenden Theilen des Ohres, oder dem dioptrischen Apparat des Auges an die Seite zu stellen. Die innere das Haar berührende Fläche des Haarbalges stellt die unveränderliche Deformationsfläche dar, während die Nervenausbreitung an die äufsere Fläche unmittelbar herantritt. Da nun gerade hier der Haarbalg seine dünnste Stelle hat (das collum folliculi pili), so ist bei keinem anderen Tastorgan der Abstand zwischen Deformationsfläche und Nervenausbreitung so gering wie hier. Die Bedingungen für die Aufnahme schwacher Reize sind also besonders günstig.

An den eigentlichen Tastflächen der Hände und Füfse ist es in Folge der gröfseren Entfernung der Tastkörperchen von der Oberfläche (Dicke der Epidermis an der Fingerbeere des Zeigefingers nach DROSDOFF[1] 0,76—0,78 mm) mit der Wahr-

[1] l. c. s. o. S. 152.

nehmung sehr kleinflächiger und schwacher Reize viel weniger günstig gestellt. Indessen ist es zu berücksichtigen, dafs die schwer deformirbare Epidermis den oberflächlichen Druck wenig geschwächt auf die Cutis überträgt und dafs die ungünstigere Lage der Endapparate durch eine gröfsere Dichte derselben compensirt wird. Auf die Bedeutung dieser Einrichtung kann aber hier nicht eingegangen werden. Unzweifelhaft im Sinne einer Verkleinerung der Reizfläche wirken die starken Wölbungen der Tastballen, sowie die Papillenreihen der Cutis mit den ihnen entsprechenden Epithelleisten. Die gleiche Bedeutung kommt neben der Wölbung der Zunge den dort sich drängenden Papillen zu. Dafs diese Gebilde gerade die oben als optimal bezeichneten Dimensionen ihrer Durchmesser bezw. Flächen innehalten, kann wohl kaum als eine nur zufällige Erscheinung aufgefafst werden.

Zum Schlusse bemerken wir, dafs wir die Vorversuche zur vorliegenden Arbeit Ostern 1897 im physiologischen Institut zu Turin angestellt haben, dessen Hülfsmittel uns von Prof. A. Mosso in der liebenswürdigsten Weise zur Verfügung gestellt worden sind.

(*Eingegangen am 19. Februar 1899.*)

Zur Psychologie der Komik.

Von

G. Heymans.

In seinem vor kurzem erschienenen Buch „Komik und Humor" hat Lipps den Bemerkungen zu seiner Theorie des Komischen, welche ich vor zwei Jahren in dieser Zeitschrift veröffentlichte,[1] eine eingehende Besprechung zu Theil werden lassen. Ich benutze um so lieber die mir gebotene Gelegenheit zu einer kurzen Duplik, als mir die Umstände für eine leichte Verständigung möglichst günstig zu liegen scheinen. Denn nicht nur herrscht in Bezug auf die Methode der Untersuchung und des Beweises zwischen Lipps und mir durchgehende Uebereinstimmung, sondern auch seiner Erklärungshypothese habe ich mich voll und ganz, ohne jeden Vorbehalt, angeschlossen. Nur über die Frage, in welcher Weise aus dieser Hypothese die vorliegenden Thatsachen zu erklären seien, sind wir verschiedener Meinung; diese Verschiedenheit aber mufs durch eine möglichst genaue und umfassende Durchforschung der Thatsachen gehoben werden können.

Des Näheren ist die Sachlage folgende. Für mich sowohl wie für Lipps beruht ganz allgemein das Gefühl der Komik darauf, dafs einem Bedeutungslosen und zur Inanspruchnahme psychischer Kraft aus eigener Energie relativ Unfähigen in hohem Maafse psychische Kraft zur Verfügung steht; während jedoch für ihn dieses Verhältnifs sich nur verwirklicht, wenn entweder für ein erwartetes Bedeutungsvolles ein Bedeutungsloses eintritt, oder das Nämliche erst bedeutungsvoll erscheint,

---

[1] Aesthetische Untersuchungen in Anschlufs an die Lipps'sche Theorie des Komischen, I, *diese Zeitschrift* XI, S. 31—43.

dann als bedeutungslos sich herausstellt, glaubte ich noch mehrere andere Fälle, also etwa die Erkenntnifs eines die Neugierde reizenden Ungewohnten als durchaus interesselos, die Unterbrechung eines Bedeutungsvollen durch ein davon verschiedenes Unbedeutendes, eine momentane Steigerung des herabgesetzten Selbstgefühles, die plötzliche Lösung eines spannenden Räthsels, dem nämlichen Gesichtspunkte unterordnen zu müssen. Demgegenüber versucht jetzt Lipps nachzuweisen, dafs sein Schema allumfassend, die von mir vorgeschlagene Erweiterung desselben aber nicht nur unnöthig, sondern auch unzulässig sei.

Bevor ich auf Inhalt und Deutung der für die Entscheidung dieser Streitfrage in Betracht kommenden Thatsachen näher eingehe, möchte ich kurz bemerken, dafs m. A. n. schon von vornherein, ganz abgesehen von allen concreten Anwendungen, meine Vorschläge als nothwendige Folgerungen aus dem Lipps'schen Grundgedanken mit demselben stehen und fallen müssen. Mit anderen Worten: selbst wenn alle bekannten Thatsachen des komischen Gefühls sich aus den beiden von Lipps ausschliefslich anerkannten secundären Principien vollständig erklären liefsen, würde man dennoch, kraft jenes Grundgedankens, wenigstens die Möglichkeit offen lassen müssen, dafs auch auf den von mir angedeuteten Wegen unter günstigen Umständen jenes Gefühl zu Stande kommen könne. Ist es doch kaum zu bezweifeln, dafs das gedrückte Selbstgefühl, das Neue, das Räthselhafte ebensosehr wie das an und für sich Bedeutungsvolle in hohem Maafse psychische Kraft in Anspruch nehmen; wird nun diese psychische Kraft durch eine momentan wirkende Ursache plötzlich freigemacht, ohne dafs gleichzeitig ein entsprechend Interessantes sich dem Bewufstsein darbietet um über sie zu verfügen, so haben die zufällig anwesenden oder eintretenden, nicht interessanten Vorstellungen die gleiche Gelegenheit zur ungehemmten Ausbreitung in den leeren Raum des Bewufstseins, wie in denjenigen Fällen, wo die vorhergehende Spannung durch verwandte, bedeutsame oder bedeutsam erscheinende Vorstellungen begründet war. Und eben diese ungehemmte Ausbreitung der Vorstellungen erzeugt nach Lipps das Gefühl der Komik. — Auch hat Lipps, soweit ich sehe, die abstracte Möglichkeit, dafs die betreffenden psychischen Processe in eine komische Gefühlserregung auslaufen, nur für einen der angedeuteten Fälle zu widerlegen versucht, indem er ausführt, dafs ein durch seine

Neuheit Auffallendes niemals plötzlich, sondern stets allmählich der Aufmerksamkeit wieder verlustig gehe (S. 67). Allein hier liegt ein Mifsverständnifs vor. Was Lipps sagt, gilt nur von demjenigen Neuen, welches abgesehen von seiner Neuheit ein bleibendes Interesse bietet; das Interesse von Kindern für neue Kleider und Spielsachen, von Erwachsenen für neue Bekannte und neue Beschäftigungen nimmt gewifs ganz allmählich ab; dieses Neue erzeugt aber, eben deshalb, auch kein Lachen.[1] Nun war aber eben von demjenigen Neuen, welches komisch wirkt, die Rede; dieses aber ist dasjenige, welches zwar durch seine Neuheit auffällt, auch vielleicht, eben als Neues und Unbekanntes, bei sanguinischen Personen ein unbestimmtes Gefühl der Erwartung erregt; mit dem sich aber weiter nichts machen läfst. Ein typischer Fall dieser Art liegt z. B. vor, wenn ein aufgewecktes aber etwas flüchtiges Kind unerwartet einen complicirten wissenschaftlichen Apparat erblickt; es eilt darauf zu, fragt was es sei, bekommt aber keine befriedigende Antwort, gafft dann das unverständliche Ding noch während einiger Augenblicke an, und wendet sich mit einem kurzen Lachen ab. Genau so verhält es sich nun meiner Ansicht nach mit dem Lachen roher Leute über die schwarze Hautfarbe des Negers, über Körpergebrechen u. dergl.: das Wahrgenommene zieht als ein Ungewohntes die Aufmerksamkeit für einen Augenblick auf sich, läfst aber als ein an sich Nichtinteressantes dieselbe alsbald wieder frei. — Nach Lipps hat bekanntlich die Sache einen ungleich complicirteren Verlauf: die wahrgenommene Abnormität erinnert durch Vermittlung der entsprechenden normalen Form oder Farbe an die mit letzterer associirten werthvollen Eigenschaften; dann wendet sich die Aufmerksamkeit wieder dem abnormen Wahrnehmungsinhalte zu, dem solche Associationen fehlen, und der von der Theorie geforderte Uebergang vom

[1] Mit Unrecht, wie ich glaube, spricht Lipps dem Lachen alle Bedeutung für die Feststellung der Thatsachen der komischen Gefühlserregung ab (S. 63—64). Allerdings ist richtig, dafs es für die Psychologie nicht auf das Lachen, sondern auf die Komik ankommt; das hindert jedoch nicht, ersteres, genau so wie andere Ausdrucksbewegungen, als ein wichtiges Symptom für das entsprechende Gefühl anzusehen und zu verwenden. Solange nicht nachgewiesen ist, dafs auch andere Gefühle neben demjenigen der Komik sich in Lachen äufsern, wird man mit gleichem Rechte annehmen dürfen, dafs einem lachenden Kinde komisch, wie dafs einem weinenden Kinde traurig zu Muthe ist.

Bedeutungsvollen zum Bedeutungslosen ist da. — Es sind nun hauptsächlich zwei Gründe, welche mich nach wie vor davon abhalten, dieser Deutung des vorliegenden Sachverhaltes mich anzuschliefsen. Erstens scheint es mir aller psychologischen Erfahrung zu widersprechen, das werthvolle Associationen, welche mit irgendeinem Wahrnehmungsinhalte verknüpft sind, durch einen abweichenden, aber an jenen erinnernden Wahrnehmungsinhalt abwechselnd in höchster Klarheit reproducirt, und wieder vollständig losgelassen werden sollten. Mit dem Anblick einer Orange verknüpfen sich werthvolle Vorstellungen von italienischen Landschaften u. dergl.; eine gelbe Kugel, welche jener Orange oberflächlich ähnlich sieht, wird uns vielleicht schwach an Italien erinnern, aber keineswegs wird sie abwechselnd das Bewufstsein mit italienischen Reminiscenzen vollständig ausfüllen, und über den ganzen Umfang desselben für ihre eigene Nichtigkeit verfügen. Dann kommt aber noch ein Zweites, für mich Entscheidendes hinzu. Es sind doch, wie ich schon in meiner früheren Abhandlung bemerkte, vorzugsweise die rohesten und stumpfesten Leute, welche über körperliche Mängel, fremdartige Kleidung u. dergl. lachen; wird man es aber glaubhaft machen können, dafs bei diesen die Vorstellung des Normalen, der sinnlichen Wahrnehmung entgegen, am leichtesten erregt werden und die interessantesten Associationen mit sich führen sollte? Ich denke kaum; vielmehr glaube ich, dafs für die betreffenden Thatsachen die einfachste und möglichst wenig voraussetzende Erklärung, wenn sie im Uebrigen den theoretischen und thatsächlichen Forderungen entspricht, vorgezogen zu werden verdient. — Man wird übrigens bemerkt haben, dafs ich mich in Bezug auf die vorliegende Frage der Lipps'schen Erklärungsweise insofern annähere, als ich ein unbestimmtes, nur durch die Neuheit des Wahrgenommenen verursachtes, bei fortgesetzter Wahrnehmung aber als illusorisch erkanntes Erwartungsgefühl als mitwirkende Ursache anerkenne.

Ich wende mich jetzt den weiteren Differenzpunkten zu, welche, soweit ich sehe, sich ausschliefslich auf die Deutung gegebener Thatsachen beziehen.

Ich hatte also e r s t e n s behauptet, dafs in manchen Fällen die Unterbrechung eines wirklich Bedeutungsvollen durch ein davon völlig verschiedenes, aber momentan die Aufmerksamkeit auf sich ziehendes Unbedeutendes komisch wirkt, und als Bei-

spiel u. A. das Miauen einer Katze während einer feierlichen Rede angeführt. Demgegenüber meint nun Lipps, nur insofern jenes Miauen selbst als eine Art der Rede auftrete, demnach momentan als zur Rede gehörig oder auf die Rede sich beziehend aufgefafst, dann aber als bedeutungslos erkannt werde, erzeuge es das Gefühl der Komik; und er führt dafür an, dafs eine architectonische Linie oder ein Lichtschein, welcher während der Rede momentan das Interesse fesselt, nicht komisch wirkt. Die Thatsache ist unbedingt anzuerkennen; aber die Deutung derselben hat keineswegs die gleiche Sicherheit. Um dies einzusehen, fragen wir zuerst, was geschehen wird, wenn die miauende Katze nicht während einer Rede, sondern während einer anderen, die Aufmerksamkeit in gleichem Grade spannenden, jedoch lautlosen Handlung, also etwa im Hörsaal während der Vorbereitung eines wichtigen Experimentes, an der Spielbank während des der Entscheidung vorhergehenden erwartungsvollen Schweigens, oder in der Nähe eines in seligen Gefühlen schwelgenden Paares sich hören läfst. Ich denke, die komische Gefühlserregung wird gewifs nicht ausbleiben; obgleich hier der anfängliche Gegenstand der gespannten Aufmerksamkeit und der dieselbe unterbrechende Eindruck nichts mit einander zu schaffen haben. — Fragen wir nun weiter, warum die Unterbrechung durch heterogene Reize in diesen Fällen wohl, in den von Lipps angeführten dagegen nicht zur Komik führt, so ist die Antwort, wie mir scheint, leicht zu geben: einfach weil die architectonische Linie und der Lichtschein bei weitem nicht so stark und nicht so plötzlich die Aufmerksamkeit auf sich ziehen wie das Katzengeschrei. Dafs dem so ist, liegt wieder an verschiedenen Umständen: zum Theil an der bekannten gröfseren Eindrucksfähigkeit von Schalleindrücken überhaupt; zum Theil an der Eigenart dieses besonderen, äufserst durchdringenden Lautes; zum Theil auch an der erwartungsvollen Stille, von welcher sich derselbe in den erwähnten Fällen abhebt. — Machen wir nun zum Schlufs die entscheidende Probe. Wenn einmal einem Lichtreize, der eine Rede unterbräche, die gleiche Eindringlichkeit und Plötzlichkeit zukäme, wie dem oben erwähnten Katzengeschrei, so müfste nach der Lipps'schen Auffassung die Komik dennoch unterbleiben, nach der meinigen aber müfste sie sich ganz gewifs einstellen. Thatsächlich aber stellt sie sich unter solchen Umständen ein; wofür ich zwei Belege aus eigener Erfahrung anzuführen mir

erlaube. Vor einiger Zeit wohnte ich in einem spärlich beleuchteten Locale einem Vortrage bei, während dessen eine der Lampen abwechselnd fast ganz ausging und dann wieder plötzlich hoch aufflackerte; der komische Effect liefs sich in unzweideutiger Weise feststellen. Ebenso liefs sich während eines academischen Vortrags bei einem Theil der Zuhörer ein unverkennbarer Ausbruch von Heiterkeit constatiren, als unerwartet (und fast geräuschlos) ein Fenstervorhang herunterkam und im Hörsaal plötzliche Dunkelheit zu Wege brachte. Solche Fälle, denen Jeder aus eigener Erfahrung leicht andere wird hinzufügen können, scheinen mir zu beweisen, dafs es für die Erzeugung eines komischen Effectes nicht auf die Homogeneität der unterbrochenen und unterbrechenden Sinneseindrücke, sondern ausschliefslich auf die Eindringlichkeit und Plötzlichkeit der letzteren ankommt. Selbstverständlich wird dadurch nicht ausgeschlossen, dafs jene Eindringlichkeit auch von der vorhergehenden Richtung der Aufmerksamkeit abhängt, und dementsprechend der Homogeneität der Eindrücke ein gewisser, jedoch nur secundärer Einflufs zukommen kann.

Ich hatte z w e i t e n s bemerkt, dafs die plötzliche Aufhebung eines auf das Bewufstsein lastenden Druckes, also etwa eine momentan eintretende Hebung des herabgesetzten Selbstgefühls oder der scharfe Contract zwischen eigenem Selbstgefühl und fremdem Minderwerthigkeitsgefühl, nach der Lipps'schen Hypothese an und für sich genügen müsse um komisch zu wirken; und ich hatte dafür einige Beispiele angeführt, von denen ich glaubte, dafs m e h r e r e sich in keiner Weise aus getäuschter Erwartung erklären lassen (S. 41). Demgegenüber bemerkt jetzt Lipps, diese Erklärung liege jedesmal auf der Hand; und er analysirt zum Beweise zwei Fälle (das Lachen von Kindern oder Wilden bei einem scheinbaren oder wirklichen Siege), bei welchen sich in der That die Mitwirkung des betreffenden Factors nicht leicht übersehen läfst. Nun hatte ich aber (was ich allerdings ausdrücklich anzuweisen unterlassen hatte) mit jenen „mehreren Fällen" nicht diese, sondern die beiden anderen von mir angeführten Beispiele gemeint, also das Lachen von Idioten (und, wie ich jetzt hinzufüge, auch von anderen an habituellem Selbstmifstrauen leidenden Personen) aus befriedigter Eitelkeit, und das Lachen roher Leute, wenn es ihnen gelingt, Einen zu ängstigen oder zu erschrecken. Diese Fälle hat aber Lipps in seiner

Polemik nicht berücksichtigt; und ebensowenig hat er die auf alle vorliegenden Fälle sich beziehende Bemerkung widerlegt, „es beweise schon das ganz verschiedene Verhalten eines unparteiischen Dritten, dafs das Selbstgefühl etwas mit der Sache zu schaffen hat". Dagegen macht er auf zwei weitere Fälle aufmerksam, in denen die momentane Aufhebung eines auf das Bewufstsein lastenden Druckes gegeben sei, ohne dafs doch eine komische Wirkung eintrete, nämlich die Uebertragung der Aufmerksamkeit von einer bedrückenden auf eine erfreuliche Thatsache, und die Befreiung aus bedrückter Lage durch die energische Hülfeleistung eines Freundes. Aber er fügt selbst die Erklärung hinzu, indem er darauf hinweist, dafs unter jenen Umständen „ein mich Bedrückendes durch etwas Anderes aus meinem Bewufstsein verdrängt wird" (S. 66); welches Andere, wie ich hinzusetze, an sich bedeutungsvoll ist und demnach sofort über die freigewordene psychische Kraft verfügt. Wo es sich anders verhält, wo also beispielsweise nicht der helfende Freund, sondern die unerwartete Erbschaft eines entfernten Verwandten oder das grofse Loos aus der Lotterie der gedrückten Lage plötzlich ein Ende macht, wird auch die convulsivische Heiterkeit, welche für die komische Gemüthsstimmung charakteristisch ist, gewifs nicht unterbleiben.

Eine letzte Meinungsverschiedenheit zwischen Lipps und mir bezieht sich auf die komische Wirkung, welche Räthsel und Taschenspielerkünste, Druckfehler und Versprechungen, schliefslich diejenigen Witze, welche den vernünftigen Sinn, den sie enthalten, in einer zunächst unverständlichen Form aussprechen, zu Stande bringen. Allerdings sind wir hier über den thatsächlichen Verlauf der psychischen Processe, auf welche die Komik sich aufbaut, in der Hauptsache einverstanden: wir nehmen beide an, dafs einem ersten Stadium der Verblüffung ein zweites des Verstehens folgt; und ich kann wenigstens für viele Fälle zugeben, was Lipps für alle behauptet, dafs ein drittes Stadium des Sichbesinnens auf das Alogische, welches der Sache zu Grunde liegt, den Procefs abschliefst. Nur darüber herrscht Streit, ob, wie Lipps annimmt, erst der Uebergang vom zweiten zum dritten Stadium (also vom Verstehen des Sinnes zur Erkenntnifs der Sinnlosigkeit), oder ob, wie ich glaube, schon der Uebergang vom ersten zum zweiten Stadium (also vom Staunen über die Sinnlosigkeit zum Verstehen des Sinnes) die Komik

hervorbringt. Ich glaube nun auch in Bezug auf diese Frage aus doppeltem Grunde bei meiner ursprünglichen Ansicht verharren zu müssen. Erstens lassen sich, wie mir scheint, ohne Mühe Fälle auffinden, welche für das Lipps'sche dritte Stadium durchaus keinen Raum lassen, weil etwas Sinnloses, worauf man sich nach erhaltener Aufklärung besinnen könnte, einfach nicht vorliegt. Ich erinnere, von anderen früher von mir angeführten Beispielen zu schweigen, an zwei bekannte Witzräthsel. Man fragt, in welcher Weise es Einem möglich sei, einen Wolf, eine Ziege und einen Korb Kohl über einen Fluſs zu schaffen, wenn das einzig verfügbare Boot auſser ihm nur für einen der drei Gegenstände Platz hat, und weder Wolf und Ziege, noch Ziege und Kohl ohne Aufsicht zusammenbleiben dürfen. Oder man erbietet sich, Einem etwas zu zeigen, was vor ihm noch kein Anderer gesehen hat, und nach ihm kein Anderer auch je sehen wird. Bekanntlich lautet die Lösung des ersten Räthsels: der Mann fährt zuerst die Ziege hinüber, holt dann den Wolf, nimmt die Ziege wieder mit sich zurück, transportirt jetzt den Kohl, und schlieſslich noch einmal die Ziege; während die Lösung des zweiten darin besteht, daſs man eine Mandel zerbricht, den Kern vorzeigt, und denselben sofort verzehrt. In beiden Fällen ist nun, worauf es mir hier allein ankommt, die Lösung des Räthsels eine durchaus rationelle; etwas Sinnloses liegt überhaupt nicht vor; aber eine anfangs als sehr schwierig empfundene Sache erscheint plötzlich, durch das Hervortreten einer zuerst übersehenen Möglichkeit, als äuſserst einfach; die gespannte Aufmerksamkeit löst sich mit Einem Schlage, und die Komik ist da. — Wichtiger noch erscheint mir eine zweite Ueberlegung. Vergleichen wir in der Selbstwahrnehmung die Intensität der Aufmerksamkeitsspannung in den drei von Lipps unterschiedenen Stadien, so finden wir, daſs in fast allen einschlägigen Fällen die Spannungsdifferenz zwischen dem ersten und dem zweiten Stadium bedeutend gröſser ist als diejenige zwischen dem zweiten und dem dritten Stadium. Die Erkenntniſs der Sinnlosigkeit beansprucht gewiſs nur ein Minimum psychischer Kraft; aber auch der „verborgene Sinn“ der meisten Witze ist an und für sich viel zu unbedeutend um in irgend erheblichem Maaſse unser Interesse zu fesseln, während dagegen kaum etwas so sehr wie das Räthselhafte und Verblüffende das ganze Bewuſstsein auf Einen Punkt zu concen-

triren vermag. Wenn dem aber so ist, so wird auch das die Komik bedingende Uebermaafs psychischer Kraft beim Uebergang vom ersten zum zweiten viel stärker als beim Uebergang vom zweiten zum dritten Stadium sich einstellen müssen. Dafs es sich wirklich so verhält, läfst sich vielleicht, mit Rücksicht auf die schnelle Aufeinanderfolge der drei Stadien, durch directe Selbstbeobachtung nicht vollkommen sicher feststellen; wohl aber ist es möglich, auf experimentellem Wege, durch systematisches Variiren der Umstände, den Beweis dafür zu erbringen. Wir haben oben gesehen, dafs bei einigen Witzen das Lipps'sche dritte Stadium durchaus fehlt; hier findet also nur der Uebergang vom ersten zum zweiten Stadium statt, die Erfahrung lehrt aber, dafs dieser Uebergang zum Hervorbringen der Komik genügt. Diesen Instanzen stellen wir andere gegenüber, welche sich durch den Mangel des ersten Stadiums auszeichnen; hören wir z. B. einen uns schon bekannten Witz, oder stofsen wir auf einen Druckfehler, der, indem er ein überhaupt nichtbestehendes Wort ergiebt, sofort als solcher erkannt wird, so bleibt die Verblüffung aus; der Uebergang von Sinn zu Unsinn aber kann in gleicher Weise wie sonst stattfinden; die Komik jedoch stellt sich nicht oder doch nur in sehr abgeschwächtem Maafse ein. — Fragen wir zuletzt noch, was geschehen wird, wenn das zweite Stadium, in Folge einer tieferen Bedeutung des im Witze verborgenen Sinnes, mehr als sonst psychische Kraft für sich in Anspruch nimmt. Es wird dadurch offenbar die Spannungsdifferenz zwischen dem ersten und dem zweiten Stadium verringert, diejenige zwischen dem zweiten und dem dritten Stadium vergröfsert; nach der Lipps'schen Auffassung mufs demnach eine Verstärkung, nach der meinigen dagegen eine Herabsetzung der komischen Wirkung eintreten. Nun mache man, etwa mit der Schleiermacher'schen Definition der Leidenschaft oder mit Pascal's „roseau pensant", den Versuch: man wird höchstens ein feines Lächeln, aber gewifs nicht den Heiterkeitsausbruch wahrnehmen, den der dümmste Witz, ich möchte fast sagen je dümmer je besser, hervorzubringen vermag. Aehnliches gilt von denjenigen Witzen, welche, um verstanden zu werden, einiges Nachdenken erfordern, und bei denen also die mit dem Uebergang vom ersten zum zweiten Stadium verbundene Entspannung der Aufmerksamkeit nicht plötzlich, sondern allmählich zu Stande kommt. Kurz, überall erweist sich dieser Uebergang als ent-

scheidend, jener andern aber als durchaus belanglos für die Entstehung des komischen Gefühls; was eben zu beweisen war.

Schliefslich kann es der Lipps'schen Theorie ziemlich gleichgültig sein, in welcher Weise diese Streitfragen ihre Lösung finden werden. Die Existenz derselben beweist für die Anpassungsfähigkeit der Theorie, und verstärkt das Vertrauen, dafs sie, die bereits so Vieles geleistet hat, sich auch des Weiteren ihrer Aufgabe voll und ganz gewachsen erweisen wird.

(*Eingegangen am 8. Februar 1899.*)

Literaturbericht.

E. B. TITCHENER. **A Primer of Psychology.** New York, The Macmillan Company, 1898. XVI u. 314 S. Preis $ 1.00.

Ich hielte es für unangebracht, an diesem Buche wissenschaftliche Kritik zu üben. Es ist ein Schulbuch; und wenn es auch, als eine Darstellung der Psychologie, gemäfs dem heutigen Zustande dieser Wissenschaft, immerhin eine bestimmte besondere Richtung vertritt, so bietet es doch kein passendes Substrat für allgemeine oder specielle Kritik. Im vorliegenden Falle liegt dazu noch umso weniger Veranlassung vor, als TITCHENER's Psychologie den Fachgenossen bereits aus seiner unter dem Titel „An Outline of Psychology" vorliegenden umfassenden wissenschaftlichen Darstellung bekannt ist und sich das neue kleine Buch jenem gröfseren in allen Hauptpunkten völlig anschliefst.

Damit ist auch schon der Standpunkt des „Primer" gekennzeichnet. Es ist der aller modernste. Ich glaube nicht, dafs es gegenwärtig noch ein zweites Elementarbuch der Psychologie giebt, das bei so geringem Umfange und so elementarer Darstellungsweise die Laboratoriumspsychologie in so weitem Ausmaafs berücksicht. Der Schüler wird z. B. in das Wesen der einfachen und zusammengesetzten Reaction, der verschiedenen Gedächtnifstypen eingeweiht, wird angewiesen, die geistige Ermüdung mit dem Handdynamometer zu messen und bekommt Anleitung zur Anfertigung und Verwendung einer Anzahl psychologischer Apparate.

Die Vorzüge, die englischen Lehrbüchern von jeher eignen, zeichnen auch dieses Buch in hohem Maafse aus: Bestimmtheit, Klarheit, Kürze, Uebersichtlichkeit. Der Verf. geht noch darüber hinaus. Er steigt in Sprache und Gedankengang bisweilen auf auf ein so kindliches Niveau herab, dafs man den Eindruck bekommt, die transatlantischen Collegen unserer Gymnasiasten — das Buch ist für „High Schools" berechnet — müfsten, mit diesen verglichen, im wissenschaftlichen Denken geradezu naiv sein. — Auch die Kehrseite der Medaille fehlt nicht: Das gewisse, häufig wohl bewufste Uebersehen und rücksichtslose Beiseitelassen aller nur einigermaafsen tieferen Schwierigkeiten. Der deutsche Gelehrte wird mit keinem einzigen der 123 Paragraphen zufrieden sein können; so leicht setzt er nicht über Stock und Stein. Immerhin mag sich der Verf. trösten. Ein gewisses unbedenkliches und doch wohlbedachtes Sichhinwegsetzen mag einem gesunden pädagogischen Instinct entspringen und ist Sache des

persönlichen Lehrergewissens. Bedenklich dürfte es nur dort werden, wo allenthalben als unentschieden Anerkanntes gleich allem Anderen im Habitus des Thatsächlichen vorgebracht wird. Doch kommt das im vorliegenden Buche nicht gar zu häufig vor und so wird es des Erfolges, der ihm jenseits des Oceans gewifs beschieden ist, wohl auch würdig sein.

Für Deutschland kommt Titchener's „Primer" als Lernbuch nicht in Betracht. Der Anfänger wird lieber und besser nach einem der bereit liegenden deutschen Bücher greifen und dem Vorgeschrittenen kann es nichts mehr bieten. Dem Psychologielehrer jedoch wird es in einer Beziehung gute Dienste leisten. Es bringt nämlich am Ende eines jeden Capitels eine Anzahl Uebungsfragen und Anweisungen zu Schulversuchen. Die Auswahl scheint im Ganzen den Verhältnissen des Elementarunterrichtes gut angepafst und die Anleitung zu den Versuchen ist so klar und einfach gehalten, dafs Jedermann leicht darnach arbeiten wird. Ein Verzeichnifs der zur Ausführung der Versuche erforderlichen, übrigens ganz bescheidenen Apparate — zum Theil Gebrauchsgegenstände des täglichen Lebens — ist beigegeben.

In einer anderen Beziehung dürfte sich das Büchlein auch dem deutschen Fachpsychologen nützlich erweisen. Die Kürze und Bestimmtheit seiner Definitionen in Verbindung mit dem am Ende des Buches befindlichen Sachregister läfst es als ein handliches Nachschlagebuch der englischen psychologischen Terminologie erscheinen. Denn diese weicht ja in vielen Punkten nicht unerheblich von der deutschen ab — was freilich zum Theil auch in den vielfachen, besonders in der Psychologie des Fühlens und Wollens weitgehenden Verschiedenheiten der Systematik und Begriffsfassung begründet ist. Witasek.

M. Jahn. **Psychologie als Grundwissenschaft der Pädagogik**. Leipzig, Dürr'sche Buchhandlung, 1897. 413 S.

Das vorliegende Buch, welches sich nach der Vorrede als „ein Lehr- und Handbuch für ein tieferes und umfassenderes Studium dieser Wissenschaft" — gemeint ist „die pädagogische Psychologie" — anbietet, zerfällt in fünf Abschnitte, denen eine Einleitung vorausgeht. Dieselbe giebt Aufschlufs über Aufgabe, Quellen und Hilfsmittel der Psychologie, über Physiologie, Psychophysik, auch über pädagogische Psychologie. Darnach „kann für die Pädagogik nicht jede Psychologie und nicht jedes psychologische Lehrbuch von gleicher Bedeutung sein, ungeeignet erscheinen diejenigen, welche den Menschen als etwas Fertiges und Abgeschlossenes betrachten. Die pädagogische Psychologie mufs die Entwickelung des seelischen Lebens im Kinde darstellen".

Der erste Abschnitt ist dem „Sinnesleben unter Berücksichtigung der Hauptlehren der Psychophysik" gewidmet und handelt von den Sinnen, den Sinnesempfindungen, dem sinnlichen Gefühl und den Bewegungsvorgängen einfacher Art. Ein besonderer Paragraph (§ 9) beschäftigt sich mit „der Bedeutung der Sinne oder Folgerungen für die Pädagogik" und erörtert z. B. die Sätze: „Die Sinneswerkzeuge bedürfen der Pflege und des Schutzes. — Eine Ueberhäufung (!) der Sinnesreize ist zu vermeiden". — Der zweite Abschnitt (S. 33—166) trägt die Ueberschrift „Das Vorstellungsleben

innerhalb des psychischen Mechanismus". Er umfafst 20 Paragraphen verschiedensten Inhalts und beginnt mit der „Fortbildung der Sinnesempfindungen zu Wahrnehmungen und Anschauungen". Darauf folgen: Das räumliche und das zeitliche Wahrnehmen und Anschauen. Bedeutung der Wahrnehmungen und Anschauungen für die Auffassung der Aufsenwelt, die Vorstellungen,Erinnerungsbilder, Phantasiegebilde,Einbildungsvorstellungen. Fühlen und Streben, Wechsel zwischen Bewufstsein und Unbewufstsein, Association der Vorstellungen, Die Gemütsbewegungen oder Affecte, Vergeistigung der Aufsenwelt, das Sprechen und die Sprache, die Zeitunterschiede des Vorstellens, der psychische Mechanismus. Diese bunte Zusammenstellung wird durch einige pädagogische Paragraphen unterbrochen, so „die pädagogische Wichtigkeit der räumlichen und zeitlichen Phantasie, die Neigung der Kinder zu Einbildungen und Aberglauben, das Spielen, die Verschiedenheit der Kindernaturen", — welcher letztere Paragraph uns über Individualität und Temperament belehrt und zwischen „die Zeitunterschiede des Vorstellens" und „der psychische Mechanismus" eingereiht ist. Wieder andere pädagogische Erörterungen sind den einzelnen Paragraphen direct angehängt, so z. B. über die Erinnerungsbilder in der Jugend (S. 63), über die pädagogische Behandlung der Affecte, über die Naivetät der kindlichen Auffassung (S. 117), über die Wichtigkeit der Zeitverhältnisse des Vorstellens für den erziehenden Unterricht (S. 145). — Gegenstand des dritten Abschnittes sind „die höheren, den Mechanismus überschreitenden Bewufstseinsweisen." Wir hören hier von den „Arten des Bewufstseins" und den „Gesetzen des psychischen Mechanismus". Das weitere Material erscheint unter den Ueberschriften: a) Das Bewufstsein des Angenehmen und Unangenehmen oder der Lust und Unlust. b) Das logische Bewufstsein (Erfahrungswissen, Apperzeption, logisches Denken, Ausbildung des letzteren, intellectuelle Gefühle). c) Das ästhetische Bewufstsein. d) Das ethische Bewufstsein. — „Pädagogisches" ist allenthalben eingestreut, wie denn die wiederholte Behandlung der sinnlichen Gefühle (§ 35), die schon Gegenstand der §§ 10 und 22 waren, damit motivirt wird, dafs „gezeigt werden soll, welche Stelle diese Bewufstseinsart innerhalb der übrigen einnimmt und welchen Bildungswerth dieselbe besitzt". — Der vierte Abschnitt enthält die „Psychologie des Willens und die Willensbildung" und behandelt in 9 Paragraphen das Selbstbewufstsein, das Begehren, das Wollen, das Handeln, die Arbeit, den Willen, den freien Willen, den Charakter und den rein psychischen und den normirten Vorstellungslauf. — Der fünfte und letzte Abschnitt endlich bietet in 4 Paragraphen „theoretische Sätze über das Wesen und die Entwickelung der Seele" und wir erhalten hier Aufschlüsse nicht nur über Materialismus, Spiritualismus, Dualismus, Monismus, sondern auch über „individuelle Anlagen" und Vererbung, sowie schliefslich über Realismus und Idealismus.

Es ist ein ziemlich reicher Inhalt, der sich nach der gegebenen Uebersicht erwarten läfst, wenn auch die Ueberschriften nicht immer halten, was sie versprechen. Immerhin mag das Buch unter den Schriften, welche sich zur Orientirung über psychologische Fragen Lehrerkreisen anzubieten pflegen, zu den besseren gezählt werden. Allein das will noch nicht sehr viel bedeuten. — Schon das Unternehmen, in dieser Weise eine pädagogische

Psychologie zu schaffen, mufs ernste Bedenken erregen. Denn von ihr gilt, was von einer guten Jugendschrift gesagt worden: Der wird die beste schreiben, welcher für die Jugend nicht schreiben will. Dem Pädagogen wird diejenige Psychologie den gröfsten Dienst leisten, welche das psychologische Material soweit analysirt und durchsichtig macht, dafs das pädagogische Denken unmittelbar einsetzt. Dagegen wirken pädagogische Exkurse doch nur wie Rezepte. Man vergleiche z. B. das, was S. 334 unter der Ueberschrift „pädagogische Forderungen" dargeboten wird, oder einen Satz wie S. 305: „Die Eltern und Erzieher haben darum solche Ereignisse herbeizuführen, wodurch Gefühle der bezeichneten Art entstehen können". Wie wenig übrigens der Verfasser seine Aufgabe gelöst, zeigt insbesondere der zweite Abschnitt mit seinem bunten Durcheinander. Nach § 2 sind physiologische Psychologie, Psychophysik und experimentelle Psychologie nur verschiedene Namen für dieselbe Sache! Seine Gewährsmänner sind insbesondere Wundt, Herbart und Höffding, wenn er auch mitunter in einer keineswegs glücklichen Weise gegen die beiden erstgenannten polemisirt (cf. z. B. Apperception S. 204 und 205 oder Association S. 105) dazu kommt, dafs die einzelnen Materien in einer nicht zu verstehenden Weise zerrissen und zerstückelt sind; z. B. das Gefühl, ähnlich die Aufmerksamkeit, Spiel und Arbeit etc. Auch die Ausdrucksweise entspricht mitunter wenig wissenschaftlichen Anforderungen. So lesen wir z. B. S. 34: „Durch die erwähnten psychischen Vorgänge des Figurirens, Projicirens und Localisirens erscheinen also die Empfindungen als etwas Aeufserliches (Extensives), und es entstehen dadurch in der Seele Gebilde, von denen wir meinen (!), dafs sich in ihnen äufsere, fremde, wirkliche Dinge zu erkennen geben".

Was nach dem Vorgange von Strümpell unter dem Namen „Gesetze des psychischen Mechanismus" vorgebracht wird, ist weder sachlich einwandsfrei noch der Bezeichnung nach anerkannt. Association und Reproduction sind nicht deutlich auseinander gehalten. Eine ausgiebige Erörterung über Gedächtnifs, Gewohnheit, Uebung sucht man vergeblich; ebenso trotz der Bestimmung des Buches etwaige Aufschlüsse über Lehren und Lernen. Literaturangaben haben in einer Schrift, die ausdrücklich dem Studium dienen will, nur Werth, wenn sie relativ vollständig sind oder sich auf das grundlegend Wichtige beschränken.

Auf weitere sachliche Bedenken einzugehen, müssen wir verzichten, weil es mit genügender Ausführlichkeit nicht geschehen könnte. Das Vorgebrachte wird übrigens hinreichen, um den eingangs erwähnten Anspruch des Buches in das rechte Licht zu setzen. Wenn aber der Verfasser S. 205 schreibt: „Wir können darum eine Psychologie, welche das Wesen der Apperception nur in der willkürlichen Aufmerksamkeit erblickt, nicht für richtig halten; sie ist pädagogisch nicht brauchbar", so mufs dagegen gesagt werden, dafs die „pädagogische Brauchbarkeit" psychologischer Lehren mit ihrer Richtigkeit nicht das geringste zu thun hat.

C. Andreae (Kaiserslautern).

H. Cornelius. **Psychophysische Principienfragen.** III. intern. Congr. f. Psychol. S. 229—230.

Vortragender wendet sich gegen die Müller'schen „psychophysischen Axiome“ und sucht eine Vorbedingung derselben, nämlich die Annahme eines stetigen Ablaufes der Empfindungsänderungen als entbehrlich nachzuweisen. Hierdurch würde auch die Annahme unbemerkter Empfindungsunterschiede überflüssig. In einem längeren Meinungsaustausch mit dem Redner suchte Stumpf nachzuweisen, dafs die Statuirung unbemerkter Empfindungsunterschiede, ganz gleichgültig ob man Stetigkeit oder Unstetigkeit der Empfindungsreihe annehme, unumgänglich sei, da sonst die Thatsache der Schwelle keine Erklärung fände. Demgegenüber behauptet Vortragender ein mehrdeutiges Entsprechen von Empfindung und Reiz, das eine Function der Aufmerksamkeitsschwankungen sei.

W. Stern (Breslau).

A. Höfler u. St. Witasek. **Physiologische oder experimentelle Psychologie am Gymnasium.** Zwei Vorträge, gehalten in der Philosophischen Section des VI. deutsch-österreichischen Mittelschultages, Wien, Ostern 1898. Erschienen Wien 1898. 32 S.

Im ersten Vortrag begründet Höfler zwei Thesen. Folgendes ist der wesentliche Inhalt der einen: Insoweit die Darstellung der psychischen Thatsachen auf das Grenzgebiet zwischen Psychologie und Physik führt, sollen dem Schüler nicht physiologische Begriffe und Gesetze statt psychologische geboten werden. Um so deutlicher wird aber den Schülern der wesentliche Unterschied zwischen einer physikalischen Betrachtung der Empfindungserreger, der physiologischen Betrachtung der Empfindungsorgane und der psychologischen Untersuchung der Empfindungsinhalte zum Bewufstsein gebracht werden müssen. Solcher begrifflichen Klärung kann der physikalische und naturhistorische Unterricht wirksam vorarbeiten. Die abschliefsende Belehrung über den tiefgehenden Unterschied zwischen Physischen und Psychischem bleibt aber dem psychologischen Unterricht als solchem vorbehalten. — In der zweiten These verwirft Höfler einen Theil der Ausführungen des Prospectes der von Schiller und Ziehen herausgegebenen Sammlung pädagogisch-psychologischer Arbeiten. Dort wird die Benützung der Resultate der Hirnphysiologie zu pädagogischen Zwecken empfohlen, ein Vorschlag, den Verf. als etwas in absehbarer Zeit unausführbares ablehnt.

Auf S. 8 in Höfler's Vortrag findet sich die Bemerkung, dafs die Fasern für die höchsten Töne in den breitesten Theilen der Schnecke, die für die tiefsten aber an der schmalsten Stelle der „Claviatur“ liegen und dafs daher ein Schlufs vom anatomischen aufs psychologische gerade das Gegentheil der psychologischen Wahrheit liefern würde. Verf. übersieht dabei, dafs nicht die ganze Schnecke, sondern vielmehr lediglich die Fasern des Nervus cochlearis als Vermittler der Tonempfindungen aufgefafst werden. Die kürzeren Fasern liegen auf den breiteren, die längeren auf den schmaleren Partieen der Schnecke.

Witasek führt einige ansprechende einfache psychologische Experimente vor, um zu zeigen, dafs es sehr wohl möglich ist, in der Schule, wo

man über grofse Mittel nicht verfügt, den Psychologieunterricht durch Experimente zu fördern. Verf. plant die Abfassung einer Zusammenstellung von psychologischen Schulversuchen, — ein Unternehmen, dessen Ausführung äufserst verdienstvoll wäre.

Beide Vorträge richten sich, wie man sieht, vorwiegend an österreichische Schulmänner. Bei uns in Deutschland ist der Psychologieunterricht in den meisten Bundesstaaten längst abgeschafft; über die Seele, ihr Verhältnifs zum Körper und derlei Probleme werden unsere Schüler durch den Religionslehrer orientirt. KARL MARBE (Würzburg).

J. BAUMANN. **Ueber Willens- und Charakterbildung auf physiologisch-psychologischer Grundlage.** SCHILLER-ZIEHEN, *Samml. v. Abh. aus dem Gebiete der Pädagog. Psychol.* 1 (3). 86 S. 1897.

Die Schrift gehört zu der von H. SCHILLER und TH. ZIEHEN herausgegebenen Sammlung von Arbeiten, welche die Ergebnisse der neuern psychologischen und physiologischen Forschungen für die praktische Pädagogik nutzbar machen wollen. Sie beginnt mit einer Orientirung über die Abhängigkeit des gesammten geistigen Lebens von körperlichen Zuständen und erhofft entgegen der oft hervorgehobenen „Räthselhaftigkeit des sittlichen Lebens“ von da „vermehrte Herrschaft über uns selbst“. Die nun folgenden Abschnitte behandeln „den Willen in seiner physiologischen Bedingtheit“, seine „Entwickelung“, die „Bildbarkeit“ desselben, die „Hauptgesetze der Willensbildung“, die der „Charakterbildung“, die „Ausbildung der moralischen Haupteigenschaften“, bringen einige Bemerkungen „zum Moralisch- und überhaupt Geistig-Pathologischen“ und kritisiren schliefslich die Lehren von „BENEKE und HERBART über Willensbildung“.

Ausgehend von „den krankhaften Erscheinungen des Willens“ bringt der Verfasser unter der erst genannten Ueberschrift allerhand Belege dafür, dafs „die Willenshandlungen stets körperlich bedingt sind“, um schliefslich Wunsch, Begehren, Wille mit Worten MÜNSTERBERG's — deren Fundstelle wie bei allen übrigen Citaten, nebenbei bemerkt, nicht angegeben wird — zu beschreiben (S. 18). Alle willkürlichen Bewegungen müssen gelernt werden, denn „die ursprünglichen Grundlagen des menschlichen Willens“, welcher an anderer Stelle (S. 24) im Gegensatz zu allem Triebartigen als „appetitus rationalis, vernunftgemäfse Thätigkeit, Vorwegnahme einer Handlung in Gedanken mit Lustgefühl an (!) derselben“ bezeichnet wird, sind „unwillkürliche elementare Bethätigungen“. Für die Bildbarkeit des Willens ist die „Feststellung der modernen Wissenschaft“ maafsgebend, „dafs unser Geist als Vorstellung und Werthschätzung nicht unmittelbar, sondern sehr vermittelt wirkt, und dafs bei diesen Vermittelungen die organischen unwillkürlichen Bethätigungen auch da den Vortritt haben, wo wir später überwiegend willkürlich zu handeln lernen“. Da die „ursprüngliche Genesis des Willens so zu fassen ist: mit zuerst spontaner Bethätigung war allmählich verbunden darauf bezügliche Vorstellung und Werthschätzung, diese Vorstellung und Werthschätzung regt dann wieder die bez. Bethätigung an“, so nennen wir „einen Vorgang, wo auf Vorstellung und Werthschätzung geistige oder geistig-leibliche Bethätigung eintritt, Wille und willkürliche Handlung.“

Von besonderer Wichtigkeit sind die beiden mittleren Abschnitte, welche für die Willens- und Charakterbildung die Hauptgesetze darzulegen suchen (S. 31—55). Daher heben wir die bemerkenswerthen Sätze hervor: „Der Wille ist abhängig von der Uebung". „Zum effectiven Wollen sind stets günstige Bedingungen der bez. organischen oder psychischen Elemente der Bethätigung (des Impulses) unerläfslich". Man mufs „stets für einen Vorrath von Muskel- und Nervenkraft sorgen". Von grofser Bedeutung ist die Nachahmung; aber sie „reicht doch nur so weit, als verwandte unwillkürliche Bethätigungen der Anlage nach stark da sind". Da die Bethätigung immer unter ganz bestimmten Umständen erfolgt, so „müssen dieselben variirt werden, erst wenig, dann immer mehr". Viel hängt vom „indirecten Willen" ab, womit „alle die Bethätigungen" gemeint sind, „welche nur auf dem Umwege durch Anschlufs an Vorstellung und Werthschätzung mit bereits gelingender Bethätigung (!) zu Stande gebracht werden" (S. 40). Aber auch der indirecte Wille „hat nur eine begrenzte Macht". Eine werthvolle Hülfe ist die „vorsätzliche Aufmerksamkeit", doch auch sie bewegt sich nur in gewissen Schranken. „Der Mensch vermag nichts als vorhandene Aufgelegtheiten zu benutzen". Viel kommt dabei auf das Gelingen an. Daher die Nothwendigkeit vielseitiger Uebung. a) „des Thuns", b) „des Vorstellens". — „Der Begriff des Charakters ist ein Zusammenwirken aller Hauptseiten menschlichen Wesens zu einer einheitlichen und dabei fest und grundsätzlich gewordenen Gesammtart." Mit dem Recht der Individualität wachsen die Schwierigkeiten der Charakterbildung. Mit Rücksicht auf das Gegebene scheidet er die zu Erziehenden in 1. frühe Fertige oder Feste, 2. in stets Veränderliche, 3. in Umständliche und Unentschlossene, 4. in Gefühlsmenschen, und fordert Befreiung von den Einflüssen der Umgebung, Stimmungen etc. Stärkung der Festigkeit durch Reflexion und eine vorsichtige Behütung auch im späteren Leben. Eigensinn ist nicht ohne Weiteres der Charakterbildung günstig. Temperament und ursprüngliche Veranlagung wirken bald fördernd, bald hemmend, und Affecte und Leidenschaften werden leicht gefährlich. Daher gilt es, geeignete „Hemmungsmittel" auszubilden.

Der folgende umfänglichste Abschnitt (S. 55—79) ist der „Ausbildung der moralischen Haupteigenschaften" gewidmet. Sie sind: „Thätigkeit, Wohlwollen und praktische Verständigkeit in Bezug auf Ursache und Wirkung, Zweck und Mittel". Die Ausführungen über die Art und Weise ihrer „Entfaltung" sind gedankenreich und bringen mancherlei Anregung, doch nicht, ohne sich mitunter ins Kleinliche zu verlieren (man vergleiche S. 57, wo vom Trockenlegen kleiner Kinder die Rede ist). Uebrigens ist der Rahmen der Ueberlegungen weit genug, um auch wichtige Fragen des Unterrichtes nach Stoff und Betrieb aufzugreifen und z. B. den Werth naturwissenschaftlicher Bildung, das Bedürfnifs nationalökonomischer Kenntnisse und die Ausbildung des weiblichen Geschlechtes in Betracht zu ziehen. Der folgende Abschnitt, dem „Moralisch- und Geistig-Pathologischen" gewidmet, ist aphoristisch gehalten und steht dem Haupttheil seines Inhaltes nach nicht an der richtigen Stelle. Den Schlufs macht eine knapp 1½ Seiten (!) umfassende Besprechung der BENEKE'schen und HERBART-schen Lehre über Willensbildung.

Wenn man auch die Schrift nicht ohne Gewinn lesen wird, so kann doch kein Zweifel darüber bestehen, dafs sich ein so wichtiges, die Pädagogik in ihrem Centrum treffendes Thema mit Erfolg nicht behandeln läfst, ohne eine gründliche Auseinandersetzung mit den pädagogischen Hauptrichtungen. Der Verfasser scheint Aehnliches auch gefühlt zu haben. Daher das gänzlich unzulängliche Schlufskapitelchen! Ueber die physiologisch-psychologischen Voraussetzungen in eine Discussion einzutreten, ist hier ausgeschlossen. Wir haben den praktischen Theil anregend genannt; ob sich aber Alles ungezwungen unter die drei genannten Eigenschaften einreihen läfst, steht doch dahin, und ob es wohlgethan ist, den Begriff des Wohlwollens so zu erweitern, wie es dem Verfasser beliebt, darf man füglich bezweifeln.

Die dem zweiten Abschnitt angereihten Literaturangaben sind unvollständig. Warum sie für die anderen Abschnitte gänzlich fehlen, ist nicht ersichtlich. Die Sprache ist klar und sachlich. Flüchtigkeiten, wie S. 40: „Bethätigungen, die mit bereits gelingender Bethätigung zu Stande gebracht werden", sind uns weiter nicht aufgestofsen.

Es ist dankenswerth, dafs sich die Lehrer der Hochschulen der Pädagogik annehmen; aber man mufs wünschen, dafs es mit der Umsicht und Gründlichkeit geschieht, die ihrer und der Sache würdig sind. Mittelwaare haben wir auf dem pädagogischen Gebiet in Hülle und Fülle.

C. Andreae (Kaiserslautern).

A. Wreschner. **Methodologische Beiträge zu psychophysischen Messungen.** *Schriften der Gesellschaft für psychologische Forschung*, 3. Sammlg., Heft XI. Leipzig, J. A. Barth, 1898. 238 S.

Die Arbeit berichtet über Ergebnisse von Gewichtsversuchen, die mit Hülfe eines eigens construirten Apparates angestellt wurden. Eine über zwei leicht drehbare Rollen laufende Darmsaite trug am einen Ende eine Wagschale, während ihr anderes Ende mit einem ausgepolsterten Armband verbunden war, welches die Versuchsperson am rechten Unterarm angelegt hatte. Letztere safs vor einem Tisch, auf dem sich eine ausgepolsterte Gypsform befand; in diese stützte sie den Ellenbogen so, dafs Ober- und Unterarm etwa einen rechten Winkel bildeten. Die Hebung der auf der Schale befindlichen Gewichte (viereckige Blei- und Zinkstücke) ging nun so vor sich, dafs der Unterarm um einen Winkel von ca. 20 Grad gedreht und dem Oberarm genähert wurde. Der Reagent konnte dabei die in der Schale liegenden Gewichte nicht sehen; das Verfahren war also unwissentlich.

Gearbeitet wurde mit Normalgewichten von 200, 400, 600, 900, 1200, 1600, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 5000, 6000, 7000 und 8000 gr und mit Fehlgewichten, die entweder dem Normalgewicht gleich waren oder um 0,05 P oder ein vielfaches von 0,05 P von dem Normalgewicht (d. i. P) differirten. Bei einer grofsen Anzahl von Versuchen wurde jedes Normalgewicht mit jedem Fehlgewicht so verglichen, dafs einmal das Hauptgewicht, das andere Mal das Fehlgewicht zuerst beurtheilt wurde. Diese Experimente gaben interessante Aufschlüsse über die Zuverlässigkeit und die Empfindlichkeit des Urtheils.

Unter Zuverlässigkeit versteht Verf. die „Aussichten, welche eine einmalige Empfindung oder deren Beurtheilung hat, in einem Wiederholungsfall, der unter möglichst gleichen Versuchsbedingungen stattfindet, bestätigt zu werden". Er mifst deshalb die Zuverläfsigkeit eines Urtheils durch die „Bestätigungszahl", d. h. die Anzahl, in welcher dieses Urtheil unter der Gesammtzahl der Urtheile auftritt. Es zeigte sich, dafs die Zuverläfsigkeit beim Urtheil „Kleiner" am gröfsten und beim Urtheil „Gleich" am kleinsten ist. Beim Urtheil „Gröfser" ist sie mittleren Grades. Als Maafs der Unterschiedsempfindlichkeit benützt Wreschner die Differenzen, welche je zwei benachbarte Fehlgewichte in ihren Bestätigungszahlen bilden. Die Unterschiedsempfindlichkeit ist bei „Kleiner" am gröfsten, bei „Gröfser" am geringsten und bei „Gleich" mittleren Grades.

In jeder der drei Urtheilsarten „Gleich", „Kleiner", „Gröfser" beginnen die Differenzen, durch welche Wreschner die Unterschiedsempfindlichkeit mifst, mit einem Minimum, steigen allmählich zu einem Maximum an, sinken wieder zu einem Minimum, um abermals ein Maximum zu erreichen und schliefslich in einem Minimum zu enden. Die Bestätigungszahlen der Urtheile „Kleiner", „Gleich" und „Gröfser", durch welche die Zuverlässigkeit gemessen wird, bilden eine Curve mit e i n e m Maximum und e i n e m stetig auf- und einem stetig absteigenden Aste. Unterschiedsempfindlichkeit und Zuverlässigkeit zeigen bei den einzelnen Urtheilsarten, je nachdem es sich um die auf- oder absteigenden Aeste der Curven handelt, noch weitere Verschiedenheiten, welche Verf. ausführlich darlegt. Die Betrachtung der Versuchsergebnisse lehrt auch, dafs man die Urtheile „Kleiner", „Gleich" und „Gröfser" sowie auch die Urtheile „Viel kleiner" und „Viel gröfser" als getrennte und selbstständige Urtheilsformen mit einem nach beiden Seiten hin begrenzten Umfang ansehen darf.

Das Material, aus welchem diese Ergebnisse gewonnen wurden, lieferte zugleich Beiträge zur Lehre vom Zeitfehler. Die rechnerische Behandlung der Resultate führte zu folgenden Thatsachen: 1. Bei den kleineren Fehlgewichten ist der Zeitfehler von gröfserem negativen oder geringerem positiven Werthe als bei den gröfseren Fehlgewichten, sobald ein gewisser Grad von Uebung vorhanden ist; andernfalls tritt das Gegentheil ein. [Der Fechner'schen Terminologie zu Folge ist der Zeitfehler dann positiv, wenn durch ihn das zuerst gehobene, negativ, wenn durch ihn das zuletzt gehobene Gewicht schwerer erscheint.] 2. Bei den kleineren Grundgewichten ist er positiv, bei den gröfseren negativ. 3. Fortschreitende Uebung verändert den Zeitfehler namentlich der gröfseren Fehlgewichte in positiver Tendenz. 4. Ermüdung beeinflufst den Zeitfehler namentlich bei den gröfseren Fehlgewichten in negativer Tendenz.

Der Einflufs der Uebung auf den Zeitfehler wurde hierbei durch zwiefache Behandlung des Materials festgestellt. Einerseits wurden die Versuche der einzelnen Reagenten in zwei Hälften zerlegt, von denen die eine die Versuche während der ersten, die andere die Versuche während der letzten Versuchstage umfafste; andererseits wurden die Urtheile der einzelnen Reagenten, die sich durch mehr oder weniger Versuche eine sehr verschiedene Uebung erworben hatten, miteinander verglichen. Der Einflus der Ermüdung wurde dadurch constatirt, dafs die von einer Versuchs-

person in einer Sitzung gewonnenen Resultate in zwei bezw. drei Theile zerlegt wurde, die dann miteinander verglichen werden konnten.

Die bisher mitgetheilten Thatsachen des Zeitfehlers beziehen sich lediglich auf sein Vorzeichen. Aber auch über die Gröfse des Zeitfehlers und über seinen Einflufs auf die Unterschiedsempfindlichkeit gewährten die nach der oben beschriebenen Methode angestellten Versuche mancherlei Aufschlüsse. Uebung verringert den Zeitfehler (6) und die kleinern Fehlgewichte besitzen einen gröfsern Zeitfehler, wenn ein gewisser Grad von Uebung bereits vorhanden ist; sonst und bei kleineren Grundgewichten tritt das Gegentheil ein (7). Der Zeitfehler ist am kleinsten bei mittleren, am gröfsten bei sehr schweren und von mittleren Gröfse bei kleinen Grundgewichten (8). Unterschiedempfindlichkeit und Zuverlässigkeit ist für „Gröfser" und „Gleich" gröfser, wenn das Grundgewicht zuletzt geboten wird (9).

Endlich hat Verf. auch specielle Versuche zur Prüfung des Zeitfehlers ausgeführt. So wurde die Anzahl der einen Versuch ausmachenden Einzelhebungen variirt, indem das zuerst gehobene Gewicht ein, zwei, drei, vier und fünf Mal hinter einander gehoben wurde. Die Versuche zeigten, dafs eine wiederholte Hebung des ersten Gewichtes den Zeitfehler in positivem Sinne verändert; dies zeigt sich um so deutlicher, je öfter die Wiederholung stattfindet. Andere Versuche zeigten, dafs eine Verlängerung des Intervalls zwischen den einzelnen zu vergleichenden Reizen den Zeitfehler zunächst in negativem, dann aber in positivem Sinne ändert. Auch bei Versuchen mit gesehenen Distanzen und Temperaturempfindungen ergab sich ein Zeitfehler. Trifft bei den letzten der Normalreiz den rechten Zeigefinger, so hat der Zeitfehler einen gröfseren Werth als wenn der Normalreiz dem linken Zeigefinger applicirt wird. In Uebereinstimmung hiermit ist der Zeitfehler meist positiv, wenn bei gesehenen Distanzen die Normaldistanz sich links befindet, während er zumeist negativer Art ist, wenn sich die Normaldistanz rechts befindet. Endlich fand Wreschner, dafs sich auch bei Gewichtsversuchen, bei zweihändigem Versuchsverfahren ein Zeitfehler einstellt.

Der herrschenden insbesondere von Fechner und von Müller und Schumann ausgebildeten physiologischen Theorie zu Folge entsteht der Zeitfehler bei Gewichtsversuchen dadurch, dafs der zweite innere Reiz durch den ersten beeinflufst wird: der positive Zeitfehler soll seine Erklärung in dem Nachwirken der ersten motorischen Erregung finden, der negative in der durch die erste Hebung erzeugten Ermüdung des Armes. Gegen diese Ansichten spricht neben anderem besonders die Thatsache, dafs sich der Zeitfehler auf den verschiedensten Sinnesgebieten (auch im Gebiete des Gehörsinns) geltend macht. Wreschner sucht deshalb diese Theorie durch eine andere, eine psychologische zu ersetzen.

Die Thatsachen des Zeitfehlers beruhen dem Verf. zu Folge darauf, dafs die erste Hebung im Augenblick der Vergleichung nur noch in der Erinnerung vorhanden ist, während die zweite in der Empfindung vorhanden ist. Die wesentliche Thätigkeit der Erinnerung besteht nämlich nach Wreschner im Vergleich zum Empfinden und Wahrnehmen darin, dafs sie die Eigenthümlichkeiten und Besonderheiten in den Bildern des

letztern verwischt und undeutlich macht, dafs sie nivellirend auf die feinen Unterschiede und generalisirend auf das individuell Bestimmte der Empfindungen hinwirkt. Das Erinnerungsbild wird daher den objectiv kleinen Gewichten ihre ausgeprägte Leichtigkeit, den objectiv grofsen ihre auffällige Schwere nehmen. Dann nimmt WRESCHNER zur Erklärung des Zeitfehlers auch den Umstand in Anspruch, dafs bei zuzweit gehobenem Normalgewicht das Urtheil bereits nach Wahrnehmung des Vergleichsreizes fertig ist und durch den Normalreiz eine nochmalige Controlle erfährt. (Der Beobachter war also stets darüber orientirt, ob der Normalreiz oder der Vergleichsreiz zuerst geboten wurde.)

Bis jetzt wurde der Einflufs der Uebung vorwiegend im Zusammenhang mit dem Zeitfehler untersucht. Das Versuchsmaterial ergab aber auch, nachdem der Zeitfehler nach der sogenannten Methode der vollständigen Compensation bis zu einem gewissen Grade eliminirt war, weitere Thatsachen der Uebung. So zeigte sich, dafs die Zuverlässigkeit und Unterschiedsempfindlichkeit in allen drei Urtheilsarten („Gleich", „Kleiner", „Gröfser") mit wachsender Uebung zunimmt. Im Anfangsstadium der Uebung nimmt die Unterschiedsempfindlichkeit um so mehr zu, je gröfser die Fehlgewichte sind. Auch nimmt mit fortschreitender Uebung die Deutlichkeit der Trennung zwischen den einzelnen Urtheilsarten zu.

Das nach Elimination des Zeitfehlers untersuchte Material zeigt endlich, dafs die HERING'sche Annahme, dafs die Gewichtsempfindungen innerhalb gewisser Grenzen annähernd proportional den Reizgröfsen wachsen, durchaus unzutreffend ist. Vielmehr besteht innerhalb gewisser Grenzen eine ungefähre Gültigkeit des WEBER'schen Gesetzes. Doch ergiebt die Selbstbeobachtung, dafs das Vergleichen und Beurtheilen der Gewichte je nach den verschiedenen schweren Grundgewichten ganz verschieden ist, weshalb nach WRESCHNER'S Meinung das WEBER'sche Gesetz zu einer leeren Formel herabsinkt.

Die vorliegende Arbeit enthält die Resultate von sehr gründlichen und langwierigen Untersuchungen; gegen 50000 Gewichtshebungen hat Verf. theils angestellt, theils anstellen lassen. Am meisten Interesse scheinen dem Ref. die Behandlung der Unterschiedsemdfindlichkeit und die Ergebnisse über den Zeitfehler zu haben. Wenn man die Unterschiedsempfindlichkeit in der von WRESCHNER durchgeführten Weise durch die Differenzen der Bestätigungszahlen mifst, so erhält man in den Verlauf dieser Gröfse einen besseren Einblick als wenn man nach den anderen gebräuchlichen Methoden verfährt. Die von WRESCHNER begründete Methode wird daher auch in anderen Gebieten als bei Gewichtsversuchen mit Vortheil angewandt werden können. WRESCHNER'S Ergebnisse über den Zeitfehler zeigen auch nach des Ref. Meinung, dafs die sogenannte physiologische Theorie, wie sie in der Arbeit von MÜLLER und SCHUMANN vorliegt, nicht mehr zur Erklärung aller Thatsachen ausreicht. Diese Theorie wird daher eventuell erweitert oder durch eine andere ersetzt werden müssen. Die WRESCHNER'sche Theorie des Zeitfehlers aber scheint dem Ref. wenig geeignet, an Stelle der alten zu treten. WRESCHNER'S eigene Theorie, die im obigen Referat nur skizzirt werden konnte, beruht zum wesentlichen

Theil auf der Ansicht, dafs die Erinnerung ganz allgemein den objectiv kleinen Reizen ihre ausgeprägte Schwäche und den objectiv grofsen ihre auffällige Intensität nimmt. Aber welche Beweise führt WRESCHNER für diesen Satz an? Gar keine; er stützt sich lediglich auf eine Stelle in den Elementen der Psychophysik, wo FECHNER beiläufig die Möglichkeit erörtert, dafs ein Reiz je nach Umständen durch die Erinnerung gröfser oder kleiner erscheinen kann. Eine Theorie auf einen unbewiesenen Satz zu stützen, ist nun an sich schon eine sehr mifsliche Sache. Nehmen wir aber einmal an, der WRESCHNER'sche Satz von der Erinnerung würde zutreffen! Wir müssen dann fragen, ob beim Vergleichen das Erinnerungsbild als solches ins Bewufstsein tritt. Ich glaube, die Selbstbeobachtung lehrt, dafs dies nicht der Fall zu sein braucht. Wenn dies aber richtig ist, dann kann uns die ganze WRESCHNER'sche Theorie nichts nützen. Man kann dann nur sagen, die Urtheile fallen so aus, als würde ein Vergleich zwischen der empfundenen Hebung und dem Erinnerungsbild der früheren stattfinden und als würde dieses dem von WRESCHNER aufgestellten Gesetz folgen. Hiermit ist aber natürlich keine Theorie gegeben, sondern nur der Thatbestand auf etwas umständliche Weise beschrieben.

Auch einige andere Stellen des Buches erscheinen dem Ref. unhaltbar. So wird S. 25 ausgeführt, dafs wenn uns sämmtliche Bedingungen eines psychologischen Phänomens bekannt wären, die Zuverlässigkeit desselben eine vollkommene wäre, — wobei schlechterdings nicht einzusehen ist, was etwa unsere vollkommene Kenntnifs der Bedingungen eines Urtheils bei Gewichtsversuchen mit dessen Zuverlässigkeit zu thun hat. Zugleich werden wir belehrt, dafs die Zuverlässigkeit bei den physikalischen Erscheinungen gleich 1 ist. Unter den „physikalischen Erscheinungen" versteht WRESCHNER hier offenbar die Ergebnisse der physikalischen Experimente. Will man aber auf diese den Begriff der Zuverlässigkeit anwenden, so kann man durchaus nicht behaupten, dafs diese bei ihnen gleich 1 sei. Denn die sogenannten Beobachtungsfehler resultiren bekanntlich keineswegs ausschliefslich aus Fehlern des Beobachtens, sondern auch aus anderen, objectiven Fehlerquellen. S. 27 werden arithmetisches Mittel und Centralwerth identificirt, während ja doch der von FECHNER eingeführte Centralwerth die gleiche Zahl, das arithmetische Mittel hingegen die gleiche Summe positiver und negativer Abweichungen von sich abhängig hat. (Vergl. FECHNER, Abh. der sächs. Gesellsch. d. Wiss. XI (1878) Math.-Physik. Cl. S. 1 ff.) Diesem Irrthum entsprechend bezeichnet WRESCHNER in der ganzen Schrift die arithmetischen Mittel als Centralwerthe. S. 46 wird, wie in psychologischen Arbeiten übrigens vielfach geschieht, das Gesetz der grofsen Zahlen unrichtig interpretirt. Wo es sich um die Feststellung der Zuverlässigkeit handelt, sagt WRESCHNER, gilt dieses Gesetz ganz besonders. Völlig aber wird es vielleicht selbst durch die gröfste Versuchsgruppe nicht befriedigt. Demgegenüber ist zu bemerken, dafs man unter dem Gesetz der grofsen Zahlen die zuerst von JAKOB BERNOULLI ausführlich behandelte Thatsache versteht, dafs ein Ereignifs, welches die Wahrscheinlichkeit $\frac{1}{n}$ hat, unter sehr vielen Fällen wahrscheinlicher Weise $\frac{1}{n}$ mal auf-

tritt. Natürlich ist hiermit nicht gesagt, dafs das fragliche Ereignifs jemals (auch bei beliebig grofser Anzahl der Ereignisse) in dem Verhältnifs $\frac{1}{n}$ auftreten mufs. Man kann daher nicht behaupten, dafs das Gesetz der grofsen Zahlen durch irgend eine grofse Anzahl von Versuchen „befriedigt" werde. — Doch durch derartige Versehen wird der Gesammtwerth des Buches nicht wesentlich beeinträchtigt. KARL MARBE (Würzburg).

H. EBBINGHAUS. **Mittheilungen zur psychophysischen Methode der richtigen und falschen Fälle.** III. intern. Congr. f. Psychol., S. 174—176.

Dasjenige, was man gemeinhin als Unterschiedsschwelle bezeichnet, ist nichts weniger als ein eindeutiger Werth, da „ebenmerkliche Verschiedenheit etwas ist, was gerade so wie Gleichheit nicht nur für einen einzigen ganz bestimmten, sondern für ein ganzes Intervall von Reizen geurtheilt wird." Die verschiedenen Methoden wählen nun aus dieser Reizstrecke verschiedene Punkte als Schwellenwerthe, daher die scheinbare Incongruenz ihrer Resultate.

Zwischen den nach der Methode der mittleren Fehler gewonnenen Werthen und denen der ebenmerklichen Unterschiede besteht nicht nur keine Identität, sondern nicht einmal Proportionalität. Läfst man zwei simultane Reize nur ganz kurze Zeit beobachten, so documentirt sich die Erschwerung in einem grofsen Wachsthum des mittleren Fehlers, in einem geringeren des ebenmerklichen Unterschieds; umgekehrt, wenn man zwischen die successiv zu vergleichenden Eindrücke eine beobachtungslose Pause einfügt. W. STERN (Breslau).

J. M. BALDWIN. **Description of Mouth-Key.** *L'intermédiaire des Biologistes* **1** (10), 221—223. 1898.

A. MACDONALD. **Un nouvel algomètre temporal.** *Ebda.* **1** (13), 288 u. 289. 1898.

A. BINET et N. VASCHIDE. **Note sur un nouvel ergographe, dit ergographe à ressort.** *Ebda.* **1** (13), 289—291. 1898.

BALDWIN beschreibt einen Schallschlüssel, welches mit demjenigen von CATELL (*Philosophische Studien*, Bd. III, S. 313) in allen wesentlichen Punkten durchaus übereinstimmt. Weder dieser CATELL'sche Schallschlüssel, noch die Verbesserungen, welche RÖMER neuerdings an demselben angebracht hat (vgl. KRAEPELIN *Psychologische Arbeiten*, Bd. I, S. 577 ff.) werden vom Verf. erwähnt.

MAC DONALD beschreibt ein Algesimeter, bei welchem eine Scheibe von 15 mm Durchmesser auf die Haut der Versuchsperson drückt. Die Stärke des Druckes kann an einer Scala abgelesen werden. Der Apparat ist vom Erfinder für die Untersuchung der Temporalmuscheln bestimmt, kann aber natürlich auch sonst Verwendung finden.

BINET u. VACHIDE theilen Verbesserungen des MOSSO'schen Ergographen mit, deren wichtigste darin besteht, dafs das Gewicht des MOSSO'schen Apparates durch eine Feder ersetzt wird. Diese Veränderung gestattet, die Intensität der von der Versuchsperson aufzubietenden Kraft innerhalb weiter Dimensionen zu variiren. Dann kann die Gröfse der Leistungs-

fähigkeit durch den Beobachter selbst bestimmt werden, während beim Gewichtsergographen den verschiedentlichst organisirten Versuchspersonen dieselbe Leistung auferlegt wird. Karl Marbe (Würzburg).

A. Pick. **Beiträge zur Pathologie und pathologischen Anatomie des centralen Nervensystems mit Bemerkungen zur normalen Anatomie desselben.** Mit 205 Abbildungen. Berlin, S. Karger, 1898. 324 S.

Das Buch, welches zum gröfseren Theil sich mit der feineren Symptomatologie der Sprachstörungen und ihrem anatomischen Substrat befafst, enthält auch vieles für den Psychologen Interessante. Aus dem Reichthum des Gebotenen sei hier nur Einiges hervorgehoben.

Wichtig sind des Verf.'s Aufstellungen zur pathologischen Anatomie der Sprachtaubheit. Auf Grund einiger eigener und fremder Fälle gelangt P. zu der Ansicht, dafs es sich bei den Krankheitsbildern der sog. corticalen, subcorticalen und transcorticalen Aphasie Wernicke's und Lichtheim's nur um verschiedene Grade der Zerstörung beider Schläfenlappen handele. Die sog. transcorticale sensorische Aphasie beruhe auf partieller Läsion des linksseitigen acustischen Wortcentrums; die corticale auf totaler Läsion desselben; die sog. subcorticale sensorische Aphasie auf partieller beiderseitiger Läsion der acustischen Centren, die corticale Taubheit auf totaler Läsion beider Hörcentren. (S. die Zusammenfassung in Cap. 7.) [Bedenken gegen einige Punkte der Begründung hat Ref. anderwärts geltend gemacht.]

P. zeigt interessante Analogien zwischen den verschiedenen stationären Formen der organisch bedingten Sprachtaubheit und den verschiedenen Stadien, welche ein und dasselbe Individuum durchmacht in der Rückbildung von sog. functioneller Sprachtaubheit, z. B. nach epileptischem Anfall. Er unterscheidet folgende Spielarten der Worttaubheit, welche er nacheinander auftreten sah: 1. völliges Fehlen des Verständnisses, 2. Fehlen mit automatischer Wiederholung der Frage (Echolalie), 3. mit bewufst fragender Wiederholung.

Auch in dem Agrammatismus, d. h. dem Mangel der syntactischen Fügung der Worte zu Sätzen sieht P. eine Folge partieller Schädigung des sensorischen Wortcentrums, resp. eine Phase in der Rückbildung der sensorischen Aphasie. Er bringt hierfür Belege, und unterwirft die mit Aggramatismus bezeichnete, von anderen Autoren mehr gelegentlich und nebenbei behandelte Störung einer eingehenden und lehrreichen Erörterung.

Psychologisch bemerkenswerth ist ferner der im ersten Kapitel behandelte Fall. Es handelt sich um eine „Störung der Identification", wie P. den von Anderen mit verschiedenen Namen (Asymbolie, Apraxie, Agnosie) belegten Zustand benennt: der Kranke erkannte bei erhaltener Sinnesthätigkeit Gegenstände weder durch Gesicht, noch durch Getast, noch Geruch, noch Geschmack. Dabei erkannte er die Formen sowohl mit dem Auge, wie mit der Hand. Da das Sprachverständnifs im Gegensatz zu der Mehrzahl der beschriebenen Asymbolischen erhalten war, war die

Untersuchung ergebnifsreich. Wie gewöhnlich bei dieser Affection fanden sich auch hier doppelseitige Herde im Hinterhauptlappen.

Es sei noch auf einen Beitrag zur Raumpsychologie hingewiesen: ein Kranker mit linksseitiger Hemianopsie zeigte Störung der Tiefenlocalisation bei intacten Augenmuskeln. Der Kranke griff immer hinter gesehene Gegenstände. Es fand sich ein doppelseitiger Erweichungsherd im Scheitellappen. Unter Hinweis auf gewisse Ergebnisse des Thierexperiments, sieht P. hierin einen Beleg für getrennte Localisation des motorischen und sensorischen Factors beim Sehen.

Von den vielen in dem Buch zerstreuten feineren Beobachtungen am Gehirnkranken wird der Psychologe mit Nutzen Kenntnifs nehmen.

Liepmann (Breslau).

Hamilton K. Wright. **The Cerebral Cortical Cell under the Influence of Poisonous Doses of Potassii Bromidum.** *Brain* 82, 186—223. 1898.

Fast jeder Tag bringt jetzt, namentlich von Seiten der Amerikaner, Arbeiten, die das Auffinden von typischen Veränderungen an den Ganglienzellen der Rinde nach Vergiftung mit diesem oder jenem Stoffe mittheilen. Zu diesen Arbeiten gehört auch die vorliegende. Verf. hat mit Hülfe der Nissl'schen und Golgi'schen Methode die Hirnrinde eines Epileptikers untersucht, der „aus Versehen" 18 Tage lang recht beträchtliche Dosen Bromkali (30 gr täglich) erhalten hatte und daran zu Grunde gegangen war. Er hält die von ihm erhobenen Befunde für charakteristisch für toxische Dosen von Bromkali. Als Vergleichsobjecte dienten vier Kaninchen, die entsprechende Mengen des Salzes 22—24 Tage lang bekamen. Man wird gut thun, diese Mittheilungen mit Vorsicht aufzunehmen.

Schröder (Breslau).

A. Bethe. **Das Centralnervensystem von Carcinus Maenas.** *Arch. f. mikrosk. Anatomie* 50, 460—546 u. 589—639; 51, 382—451. 1898

— **Vergleichende Untersuchungen über die Functionen des Centralnervensystems der Arthropoden.** Pflüger's *Arch. f. d. ges. Physiol.* 68, 449—545. 1897.

Die umfangreiche Studie über den Taschenkrebs Carcinus Maenas enthält für den Anatomen eben so viel Interessantes wie für den Physiologen. An dieser Stelle können jedoch nur die folgenden wichtigsten Punkte eine kurze Erwähnung finden. Aufser den Augen sind auch die ersten Antennen, nicht aber die zweiten, photisch erregbar. Wenn das Thier selbständig läuft, wenden seine Augen sich nach der Laufrichtung; suchen dagegen bei einer passiven Drehung des Körpers um irgend eine Achse ihre Lage im Raum beizubehalten. „Sie sind negativ geotropisch." Diese Compensationsbewegungen der Augen werden zum Theil durch Lichtreize, zum Theil durch die Statocysten regulirt; wahrscheinlich kommt auch noch ein dritter, bisher nicht genauer zu präcisirender Factor dabei in Frage. Nähert man einem normalen Thiere einen Gegenstand von links, so flieht es nach rechts. Wird es aber links geblendet, so dafs nur das rechte Auge sieht, so flieht es in dem gleichen Falle nach links, also auf den Gegenstand zu. Es findet mithin kein Sehen im menschlichen Sinne mit

Perception der Lage des Gegenstandes im Raume und Schlufsfolgerungen daraus statt. Als Nahrung nimmt Carcinus nur solche Substanzen auf, welche eine bestimmte Consistenz haben und von denen ein adäquater chemischer Reiz ausgeht. Das Organ für die Chemoreception, deren Reizschwelle aufserordentlich niedrig ist, sind die ersten Antennen. Reactionen auf Schall fehlen gänzlich. In einer Schale mit Wasser auf der horizontalen Centrifugalscheibe gedreht, läuft Carcinus prompt der Drehung entgegen, weil und so lange das Wasser wegen seiner Strömung einen gewissen Druck auf den Körper des Thieres ausübt. In einer Schale ohne Wasser kommt die Gegendrehung nicht recht zum Ausdruck. Dagegen wird dieselbe nicht beeinträchtigt durch das Fehlen der Statocysten. Eine beiderseitige Exstirpation der letzteren verändert merklich den Gang des Krebses; einseitige Wegnahme schwächt den Muskeltonus der gleichen Körperseite und stört die Gangbewegungen auf der gekreuzten.

Was speciell die Physiologie des Centralnervensystems anlangt, so liegen die Centraltheile, welche der Nahrungsaufnahme, der Copulation und einigen anderen Reflexen vorstehen, allein im Bauchmark. Die Coordination des normalen typischen Seitenganges ist im Gehirn localisirt, der Vorwärtsgang aber wieder im Bauchmark. Die Schlundganglien sind das Reflexcentrum der Schluckbewegungen. Die Globuli sind das Centrum für die Correlation der Gangbewegungen (Schrittzahl) und für die Beziehungen zur Anziehung der Erde. Auch stellen sie den reflexhemmenden Theil des Gehirns dar.

Während bezüglich vieler weiterer Einzelheiten der Nervenphysiologie von Carcinus auf das Original verwiesen werden mufs, verdient eine besondere Beachtung die experimentelle Feststellung der Thatsache, „dafs Neurone nach Fortnahme der zugehörigen Ganglienzelle noch einige Zeit in anscheinend unverminderter Weise ihre Function auszuführen vermögen, dafs sogar die Reflexerregbarkeit nach Fortnahme der motorischen Ganglienzellen erhöht wird. Für das dauernde Functioniren der Neurone ist aber ihre Verbindung mit den Ganglienzellen nothwendig“, sodafs Verf. sich berechtigt glaubt, „in erster Linie ein nutritives Centrum für das ganze Neuron in der Ganglienzelle zu erblicken“. Hiernach wären also die Ganglienzellen kein Centralorgan für die Reflexvorgänge im Muskelapparat. Verf. bestätigt vielmehr für Carcinus im Grofsen und Ganzen die zuerst von Apáthy (*Mittheilungen a. d. Zool. Station zu Neapel*, Bd. 12, 1897.) angegebene Thatsache, dafs die Axencylinder der Nerven aus einem Bündel von Primitivfibrillen bestehen und dafs die Primitivfibrillen je eines Axencylinders mit denen anderer Axencylinder in Form eines durch das ganze Nervensystem verzweigten Netzes in Continuitätszusammenhang stehen. Er ist der Ansicht, dieses Netz sei als das reflexleitende Element des Nervensystems anzusehen. „Die Neuronentheorie mufs der Continuitätstheorie wieder weichen.“

Psychische Qualitäten sind bei den Crustaceen und speciell bei Carcinus nicht vorhanden.

Die zweite Untersuchung stellt im Wesentlichen eine Erweiterung und Ergänzung der ersten dar. Aus den Resultaten möge hier das Nachstehende hervorgehoben werden. Jede Hälfte des Gehirns (Oberschlund-

ganglions) der Arthropoden fungirt für die entsprechende Körperseite als ein reflexhemmendes und den Muskeltonus regulirendes Organ. Die Einflüsse, welche das Gehirn oder sonst irgend ein weiter vorn gelegener Abschnitt des Centralnervensystems auf die weiter nach hinten gelegenen Theile ausübt, werden durch das ganze Bauchmark einseitig fortgeleitet. Es findet also keine Kreuzung statt. Die Quercommissuren eines jeden Ganglions sind der einzige Weg, auf dem ein Reiz (mit Abgabe eines Localzeichens) von der Reizseite auf die andere übertragen werden kann.

Schaefer.

St. Bernheimer. **Experimentelle Untersuchungen über die Bahnen der Pupillarreaction.** *Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. in Wien, Mathem.-naturwissensch. Classe*, Bd. CVII, Abth. 3. Mai 1898.

Derselbe. **Ueber die Reflexbahn der Pupillarreaction.** *Ber. üb. d. 27. Versamml. d. Ophthalmol. Gesellsch.* Heidelberg 1898. S. 92.

Derselbe. **Die Reflexbahn der Pupillarreaction.** v. Graefe's *Arch. f. Ophthalm.* Bd. XLVII, S. 1—49. 1898.

Zur Ermittelung der Reflexbahn der Pupillarreaction bediente sich B. einer dreifachen Untersuchungsmethode; erstens untersuchte er das embryonale Gehirn des Menschen, zweitens erzeugte er beim Affen durch Exenteration des Augapfels oder Sehnervendurchschneidung degenerative Veränderungen, das Gehirn wurde dann nach Marchi's Methode untersucht, und drittens löste er die Frage physiologisch, indem er am lebenden Affen das Sehnervenchiasma oder einen Tractus durchschnitt und nach der Operation Sehvermögen und Pupillarreaction prüfte. Das übereinstimmende Ergebnifs diefser Untersuchungen läfst sich in folgenden Sätzen zusammenfassen:

Von Neuem ist die theilweise Kreuzung der Sehnervenfasern bewiesen. Auch die die Pupillarreaction vermittelnden Sehnervenfasern (Pupillarfasern) verlaufen im Chiasma theilweise gekreuzt. Diese gekreuzte und ungekreuzte Pupillarfasern enthaltenden Bündel durchziehen den ganzen Sehstiel, um erst in der Gegend der Corpora geniculata gegen die Mittellinie abzubiegen und die unter dem Aquaeductus gelegenen Sphincterkerne zu erreichen. Jeder Sphincterkern ist also mit beiden Augen durch Sehnervenfasern verbunden. Aufser dieser Verbindung besteht noch eine centrale Verbindung beider Sphincterkerne mit einander, die wahrscheinlich durch Contactwirkung der über die Mittellinie hinausreichenden Ganglienzellenfortsätze vermittelt wird.

Während also die centrifugale Bahn der Pupillarreaction ungekreuzt in den Oculomotoriusstamm von den Sphincterkernen übergeht, gelangen die von beiden Augen ausgehenden centripetalen Reize zum Sphincterkern jeder Seite durch die theilweise gekreuzten Pupillarfasern.

Abelsdorff (Berlin).

W. v. Bechterew. **Die partielle Kreuzung der Sehnerven in dem Chiasma höherer Säugethiere.** *Neurol. Centralbl.* (5). 1898.

Von Neuem wogt der Streit, ob im Chiasma der höheren Säugethiere und des Menschen eine theilweise oder völlige Kreuzung der Nervenfasern statt hat, seitdem v. Köllicker sich jüngst für eine totale Sehnerven

kreuzung entschieden hat. Auf Grund seiner an Hunden ausgeführten Experimenten spricht sich Verf. zu Gunsten einer theilweisen Kreuzung aus: nach einer antero-posterioren Durchschneidung des Chiasma erkennt der Hund vorgehaltene Gegenstände und umgeht sie; Durchtrennung eines Tractus opticus erzeugt beiderseitige Hemianopsie mit Ausfall der contralateralen Gesichtshälften, wobei die Einengung des Gesichtsfeldes auf der nicht verletzten Seite bedeutender ist; besonderen Werth legt Verf. auf die hierbei nachweisbare hemiopische Pupillenreaction.

Was den Menschen angeht, so sind die klinischen Beobachtungen mit der Annahme einer totalen Kreuzung gänzlich unvereinbar.

Ernst Schultze (Bonn).

W. v. Bechterew. **Ueber die Erregbarkeit der Grofshirnrinde neugeborener Thiere.** *Neurol. Centralblatt* 17 (4). 1898.

Dafs die Angaben über den Zeitpunkt, wann zuerst bei neugeborenen Thieren einer Species die Erregbarkeit der Hirnrinde nachweisbar ist, so aufserordentlich schwanken, beruht nach Ansicht des Verf.'s insbesondere auch darauf, dafs höchstwahrscheinlich hierbei auch individuelle Schwankungen mit im Spiele sind. Gleichzeitig weist er darauf hin, dafs die Latenzperiode der corticalen Muskelreizung bei neugeborenen Thieren wesentlich länger dauert als bei erwachsenen Thieren. Es erscheint die unentwickelte marklose Pyramidenbahn nicht völlig unerregbar, wenn auch unzugänglich einer isolirten Reizung bestimmter Muskeln oder Muskelgruppen.

Ernst Schultze (Bonn).

Albert Liebmann. **Vorlesungen über Sprachstörungen.** 3. Heft: **Hörstummheit.** Berlin, Oscar Coblentz, 1898. 58 S.

Verf. giebt dem Begriffe der Hörstummheit einen bedeutend weiteren Umfang, indem er hierunter die bei ausreichend hörenden, nicht idiotischen Kindern vorkommende angeborene Aphasie versteht. Als Unterformen kommen in Betracht: 1. Die Hörstummheit im engeren Sinne, das Unvermögen zu sprechen bei intactem Sprachverständnifs. 2. Die psychische Taubheit, das mangelnde Sprachverständnifs trotz sonst guten Gehöres; da die Kinder in Folge dieses Zustandes nicht zur selbständigen Entwickelung der Sprache gelangen, so kann der Schein entstehen, als seien sie taubstumm. 3. Eine Sprachstörung, die eine Mischung sensorischer und motorischer Elemente aufweist. Verf. giebt eine Uebersicht über die bei hörstummen Kindern vorkommenden Intelligenzmängel und erbringt den Nachweis, dafs die Sprachdefecte bei ersteren hauptsächlich durch mangelnde Aufmerksamkeit und Schwäche des Gedächtnisses bedingt sind.

Theodor Heller (Wien).

H. Liepmann. **Ein Fall von reiner Sprachtaubheit.** Wernicke's *Psychiatrische Abhandlungen* (7/8). Breslau 1898. 50 S.

Freund hat in seiner Arbeit „Labyrinthtaubheit und Sprachtaubheit" (1895), den Nachweis zu erbringen versucht, dafs das Symptomenbild der reinen Sprachtaubheit (subcorticalen sensorischen Aphasie) nicht ausschliefslich der Ausdruck für eine Läsion ist, welche die Function des

Nervus acusticus innerhalb seiner centralen Endausbreitung oder auf seinem subcorticalen Wege durch das Marklager beeinträchtigt, sondern dafs ersteres auch unter dem Einflufs von extracerebral localisirten Hörleiden zur Entwickelung gelangen kann. Maafsgebend für diese Auffassung war die Nachprüfung des sog. zweit n Falles von subcorticaler sensorischer Aphasie (Patient HENDSCHEL).[1] 1896 beschrieb PICK einen Fall von Sprachtaubheit, welcher zweifellos durch eine Schädigung der peripheren Hörbahn bedingt war. Neuestens (1898) bezweifelt PICK auf Grund mehrerer Sectionsbefunde die Existenz der subcorticalen sensorischen Aphasie im ursprünglichen Sinne und erkennt nur die von ZIEHL als acustische Sprachtaubheit bezeichnete Form an.

Verf. ist nun in der Lage, das Krankheitsbild der reinen Sprachtaubheit im Sinne LICHTHEIM's und WERNICKE's zu sichern und dasselbe gegen jene Fälle abzugrenzen, in welchen die aufgehobene Sprachauffassung auf allgemeinen Hörstörungen beruht. Ein Mittel hierzu bietet ihm das Ergebnis von BEZOLD's Untersuchungen an Taubstummen, nach welchem es innerhalb der gesammten Tonreihe eine verhältnifsmäfsig kleine Strecke giebt, deren Perception unerläfslich zum Verständnifs der Sprache ist. Besteht trotz des Vorhandenseins dieser Hörstrecke mit genügender Perceptionsdauer Sprachtaubheit, so liegt eine aphasische Störung vor, und zwar wenn Sprechen, Schreiben und Lesen intact sind, die subcorticale sensorische Aphasie. Die neuerliche Untersuchung des von FREUND als labyrinthtaub erklärten Patienten HENDSCHEL erbringt mit Benutzung des erwähnten Kriteriums den Nachweis, dafs bei dem Kranken nebst secundären Störungen des Gehörssinnes reine Sprachtaubheit besteht.

Verf. fügt einen Fall eigener Beobachtung hinzu, bei welchem die Gehörsprüfung das Vorhandensein der gesammten Tonreihe mit Ausnahme eines für das Sprachverständnifs nicht in Betracht kommenden Ausfalles ergab. Die Section zeigte einen Defect der linken Hemisphäre; der gröfste Theil des Stabkranzes zum Schläfelappen mit Ausnahme einer dünnen, das Dach des Unterhirns bildenden Platte, war zerstört.

Das Symptomenbild der subcorticalen sensorischen Aphasie bietet ferner ein Prüfling von Bezold ganz rein und einwandfrei dar; weiterhin ist hierher ein Fall von ZIEHL zu rechnen, über den in *dieser Zeitschrift*, Bd. XIII, S. 88 f. ausführlich berichtet wurde. Die Casuistik der reinen Sprachtaubheit umfafst daher gegenwärtig vier Fälle.

THEODOR HELLER (Wien).

R. T. GLAZEBROOK. **Das Licht. Grundrifs der Optik.** Deutsch von E. ZERMELO. VI u. 273 Seiten mit 144 Figuren im Text. Berlin, S. Calvary u. Co., 1897.

J. VIOLLE. **Lehrbuch der Physik.** Deutsche Ausgabe von GUMLICH, JÄGER u. LINDECK. Zweiter Theil. Zweiter Band: **Geometrische Optik.** VII u. 367 Seiten mit 270 Textfiguren. Berlin, J. Springer, 1897.

In dem ersten Werkchen haben wir die Uebersetzung eines jener kleinen englischen Leitfäden vor uns, die überall auf einfache Versuche

[1] Bericht in *dieser Zeitschrift* Band XI, S. 304 f.

aufbauend das ganze System eines Wissensgebietes entwickeln, und an denen die englische Literatur im Gegensatz zu der unsrigen so ungemein reich ist. Es darf freilich nicht verkannt werden, dafs durch die Art des Bildungsganges, den unsere deutschen Studenten in ihrer grofsen Mehrheit durchmachen, die in diesen Leitfäden befolgten Methoden nicht so voll zur Geltung kommen, wie es in England der Fall ist. Der deutsche Student hat auf der Schule schon einen systematischen Gang durch die Physik zurückgelegt und falls er sich nicht besonders für diesen Gegenstand auch in methodologischer Hinsicht interessirt, wird ihm in jenen Leitfäden die auf elementarster empirischer Grundlage breit ausgeführte Entwickelung und Darstellung meistentheils etwas langweilig sein. Obschon sie daher für die ersten akademischen Semester bei uns nicht so recht benutzbar sind, so haben sie doch einen grofsen Werth für den reiferen Studenten, dem das Gebiet schon geläufig ist und der sich nun dadurch noch eindringendere Klarheit verschaffen will, dafs er den ganzen Bereich der Thatsachen in gänzlich veränderter Methode aufs Neue durcharbeitet. Diesem Kreise, zu denen ja wohl Psychologen zu zählen sind, kann Glazebrook's Grundrifs empfohlen werden.

Einen gänzlich verschiedenen Standpunkt nimmt das zweite der oben erwähnten Werke ein. Es steht auf der Höhe strenger Wissenschaft, führt den Leser, soweit es der gegebene Umfang gestattet, bis in die Tiefen der behandelten Fragen ein und kann daher sowohl für das eingehende Studium benutzt werden wie auch als Nachschlagewerk von dem Forscher auf benachbarten Gebieten. Es bildet den vierten Band eines grofs angelegten Werkes, von dem wir einen vorausgehenden Band schon früher (*diese Zeitschrift*, Bd. 7, S. 62) besprochen haben. Das allgemeine günstige Urtheil, welches wir dort über das ganze Werk ausgesprochen haben, wird durch diesen neuen Band nur bestätigt.

Die Grenzen der „geometrischen Optik", die in dem jetzt vorliegenden Bande behandelt ist, sind hier weiter gezogen, als es gewöhnlich der Fall zu sein pflegt. Hier wird die geometrische Optik nämlich definirt als derjenige Theil der Optik, welcher sich ohne jede Hypothese über die Natur des Lichtes behandeln läfst; in Folge dieser Definition gehört u. a. auch die Spectralanalyse und die physiologische Optik hierher. In dem Abschnitt über die Farbenempfindung steht das Buch seltsamerweise noch auf dem Standpunkte der ersten Auflage des Helmholtz'schen Handbuchs der physiologischen Optik. Diesem Mangel haben die Uebersetzer einigermaafsen dadurch abzuhelfen versucht, dafs sie in zugefügten Noten auf einige der wichtigsten seitdem erschienenen Abhandlungen hingewiesen haben. Die übrigen Abschnitte der physiologischen Optik sind vortrefflich und in dem durch den Umfang des Buches gegebenen Rahmen auch vollständig behandelt.

Arthur König.

Th. W. Engelmann. **Tafeln und Tabellen zur Darstellung der Ergebnisse spectroskopischer und spectrophotometrischer Beobachtungen.** 20 Tafeln u. 6 S. Text. Leipzig, W. Engelmann, 1897.

Die Sammlung besteht aus zweimal je 10 einander gleichen Tafeln. Jede Tafel der ersten Hälfte enthält oben ein Dispersionsspectrum mit den

FRAUNHOFER'schen Linien und darunter in gleicher Gröfse 5 Spectra ohne diese Linien. Sie sind dazu bestimmt, dafs in ihnen beobachtete Absorptionsbanden, Helligkeitsschätzungen u. s. w. durch Einzeichnung von Schattirungen etc. eingetragen werden. Auf jeder der übrigen 10 Tafeln ist ein Coordinatensystem dargestellt, welches in den Ordinaten von 1 bis 100 reicht und bei dem als Abscissenaxe ein Dispersionsspectrum benutzt ist. Zur Vergröfserung der Anschaulichkeit ist dieses Dispersionsspectrum nicht nur durch Wellenlängen und FRAUNHOFER'sche Linien markirt, sondern es ist auch ein etwa 1 cm hohes derartiges Spectrum in vortrefflicher Farbenausführung aufgedruckt. Sie eignen sich besonders zur praktischen Darstellung experimentell ausgeführter Analysen der verschiedenen Farbensysteme.

Die Brauchbarkeit der Tafeln wird dadurch erhöht, dafs sie auch ohne den Text in Partieen zu je 10 Stück zu einem billigen Preise bezogen werden können. ARTHUR KÖNIG.

KR. BIRCH-REICHENWALD AARS. **Ueber Farbensynkrasie.** III. intern. Congr. f. Psychol. S. 188—190.

Unter „Farbensynkrasie" versteht Redner „diejenige Art Farbenmischung auf der Netzhaut, die durch Juxtaposition entsteht, wenn die juxtaponirten Flächen in einer Entfernung betrachtet werden, wo der Inductionscontrast eben ausgeschlossen ist, wo aber von totaler Vermischung der juxtaponirten Flächen absolut keine Rede ist, wo also die Grenzlinien gänzlich unverrückt sind." Diese Mischung folgt nicht denselben Gesetzen, wie vollständige Mischung auf der Netzhaut, vielmehr macht sich ein verhältnifsmäfsiges Uebergewicht der blauen Farbenwirkungen geltend. — Zur Erklärung des Phänomens scheinen dem Vortragenden weder Intensitäten noch Sättigungsverhältnisse anszureichen, vielmehr hängt die Zerstreuungsmischung in hohem Maafse von der Wellenlänge ab. W. STERN (Berlin).

B. BOURDON. **Phénomènes lumineux produits par le pouls entoptique.** *L'intermédiaire des Biologistes* 1 (10), 221 u. 222. 1898.

— **Sur les mouvements apparents des points lumineux.** *Ebda.* 1 (17), 382—384. 1898.

In der ersten Abhandlung weist BOURDON auf Phosphene hin, welche seiner Meinung nach im Takte des Pulses periodisch heller und dunkler werden. Er glaubt daher, dafs die Helligkeitsschwankungen dieser Phosphene in Folge der Pulsation der Augenarterien entstehen. Wie die Uebereinstimmung der Empfindungsschwankungen mit den Pulsschwankungen constatirt wurde, wird nicht mitgetheilt. Unter diesen Umständen und bei der bekannten individuellen Verschiedenheit der Phosphene werden wir uns dieser kurzen Mittheilung gegenüber vorläufig etwas skeptisch verhalten dürfen.

Der zweite Artikel beschäftigt sich mit der Thatsache, dafs schwach leuchtende, im Dunkeln gesehene Punkte sich zu bewegen scheinen. Verf. fand, dafs, wenn man lebhaft an eine bestimmte Bewegungsrichtung denkt, der Punkt sich stets in dieser Richtung verschiebt. Ref. und ein anderer Beobachter konnten durch eine Reihe von Versuchen diese interessante Mittheilung BOURDON's bestätigen. KARL MARBE (Würzburg).

E. W. SCRIPTURE. **Cerebral Light.** *Science* 4 (134), 138—139. 1897.

Verf. ist der Meinung, dafs die im Dunkeln bezw. bei geschlossenen Augen auftretenden Gesichtserscheinungen nicht auf chemischen Vorgängen in der Retina beruhen, sondern dafs sie vielmehr rein centraler Natur sind. Die sogenannten Thatsachen des Eigenlichtes der Netzhaut sind also vielmehr als Thatsachen des Eigenlichtes des Gehirns zu betrachten.

Für diese Ansicht spricht nach SCRIPTURE der Umstand, dafs man im Dunkeln nicht zwei, sondern nur ein Gesichtsfeld sieht. Würden die subjectiven Gesichtserscheinungen auf retinalen Erregungen beruhen, so müfste man zwei Gesichtsfelder erblicken, da einerseits nicht anzunehmen ist, dafs die beiden Bilder der zwei Retinen stets ganz oder nahezu gleich sind und da andererseits wesentlich verschiedene Bilder nicht oder doch nur auf ganz kurze Zeit in eines verschmelzen können. SCRIPTURE findet eine Stütze für seine Theorie auch darin, dafs, wie er glaubt, die subjectiven Gesichtserscheinungen bei Augenbewegungen und Dislocationen des Auges ihren Ort nicht wechseln.

Nach des Ref. Erfahrungen ist unsere Localisation der Empfindungen im absolut dunkeln Raum eine viel unsicherere Sache, als man gewöhnlich anzunehmen scheint. Es ist daher verständlich, wenn Augenbewegungen und Dislocationen des Auges unter Umständen keinen nachweisbaren Einflufs auf die scheinbare Lage der subjectiven Gesichtserscheinungen ausüben. Inwieweit diese wirklich constant sind und nicht etwa schwanken im Sinne des stereoskopischen Wettstreites der Contouren, müfste experimentell festgestellt werden. Wenn aber auch eine auffallende Constanz der subjectiven Gesichtserscheinungen im Vergleich zu jenen bekannten Schwankungen der Contouren nachgewiesen würde, so wäre es immer noch möglich, dafs im Falle der subjectiven Gesichtserscheinungen andere Momente die binoculare Mischung besonders begünstigen, denen man weiterhin nachgehen müfste. — Ref. will mit diesen Bemerkungen den centralen Ursprung der fraglichen Erscheinungen keineswegs ablehnen; er will nur darauf hinweisen, dafs es nicht angängig ist, derartige schwierige Probleme mit einigen Bemerkungen abzufertigen.

KARL MARBE (Würzburg).

W. ASHER. **Monoculares und binoculares Blickfeld eines Myopischen.** v. GRAEFE's *Arch. f. Ophthalm.* 47 (2), S. 318—338. 1898.

Die Untersuchungen A.'s verglichen das monoculare Blickfeld jedes Auges mit dem binocularen Blickfeld, um zu entscheiden, ob der gemeinsame Theil der monocularen Blickfelder mit dem binocularen sich deckt. Analog früheren Bestimmungen HERING's wurden die dem Einzelauge möglichen Bewegungen dadurch gemessen, dafs beobachtet wurde, bis zu welchem Punkte ein durch Fixation erzeugtes Nachbild durch Bewegung des Auges gebracht werden konnte. Die Bewegungen des Doppelauges wurden durch Ausmessung desjenigen Gebietes bestimmt, innerhalb dessen ein kleines Object binocular fixirt werden konnte. Die Entfernung entsprach dem Fernpunkt der myopischen Augen des Beobachters (5 Dioptr.), so dafs also ein Nahesehen ohne Thätigkeit der Accomodation möglich war.

Es ergab sich hierbei, dafs der gemeinsame Theil der beiden monocularen Blickfelder mit dem binocularen sich nicht deckt, sondern das letztere nach beiden Seiten, nach oben und etwas nach unten eingeschränkt ist. Es versagte also beim Nahesehen ohne Accomodation die Convergenz und somit die binoculare Fixation an Stellen, wo noch monoculare Fixation möglich war.

Die physiologisch und klinisch gemachte Erfahrung, dafs bei Hebung der Blickebene die Neigung zur Divergenz der Gesichtslinien zunimmt, bildet ein Analogon zu diesem Untersuchungsergebnifs, insofern dasselbe die Einschränkung des binocularen Blickfeldes nach oben feststellt.

G. Abelsdorff (Berlin).

Gustav Wolff. **Zur Theorie der Irradiation.** III. intern. Congr. f. Psychol. S. 198—200.

Ist die Irradiation physiologisch, d. h. durch wirkliches Ausstrahlen der Erregung auf benachbarte Partien, oder physikalisch, d. h. durch ungenaue Accomodation zu erklären? W. macht auf eine sehr wichtige Erscheinung aufmerksam, die für die erstere Erklärung spricht: Die Irradiation fehlt im Nachbild. So sind die Verschlingungen des Kohlenfadens einer Glühlampe beim directen Sehen nicht zu erkennen, im Nachbild dagegen deutlich zu unterscheiden. (Ein besseres Beispiel wäre das Sonnenbild. Die so oft gemachte Beobachtung, dafs man im Nachbilde nachträglich manche Einzelheiten bemerkt, die beim primären Eindruck unbeachtet blieben, findet in Obigem eine überraschend einfache Erklärung. Ref.) Giebt es somit eine wirkliche Irradiation, so ist dieselbe als ein Fehler des Sehapparates aufzufassen; diesem Fehler steht dann die Erscheinung des Simultancontrastes „als die Nebenwirkung eines compensirenden Hemmungsapparates" gegenüber. W. Stern (Breslau).

O. F. F. Grünbaum. **On Intermittent Stimulation of the Retina.** Part I: *Journal of Physiology* 21, 396—402. 1897. Part II: *Ebda.* 22, 433—450. 1898.

Der Verf. erwähnt zunächst einige Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen über intermittirende Netzhautreizung, ohne indes ein vollständiges Bild des bisherigen Standes der Forschung zu geben. Ganz dieser fragmentarischen Aufzählung entsprechend versucht er dann selbst einige aus dem ganzen Gebiet herausgegriffene Fragen experimentell zu lösen.

Er betrachtet zunächst durch eine 5 mm grofse Oeffnung einen vor einem Lichtschirm rotirenden Episkotister, aus dem eine zwischen 2 und 60 variirende Anzahl von Sectoren ausgeschnitten ist. Verf. findet dabei, dafs das zunächst zu beobachtende Flimmern um so eher verschwindet, je gröfser das Verhältnifs der Sectorenbreite zu dieser Oeffnung ist. Der Werth dieser Versuchsanordnung und dieses Ergebnisses besteht darin, dafs dadurch die Fick-Schenck'sche Erklärung der Thatsachen der Contourenbewegung durch Augenbewegungen offenbar widerlegt wird. Wenn dagegen Grünbaum sein Ergebnifs durch Hinweis auf die Wirkung des simultanen Contrastes erklären will, so müssen wir diese Erklärung ablehnen.

Man müfste nämlich im Sinne dieser Hypothese und in Uebereinstimmung mit den Ergebnissen der GRÜNBAUM'schen Tabelle III annehmen, dafs eine gesteigerte Contrastwirkung eine Vervierfachung der Intermittenzzahl bewirke. Die Wirkung des simultanen Contrastes aber kann doch nur der einer mäfsigen Vermehrung der Differenz der Reizintensitäten gleichkommen, und die Ergebnisse GRÜNBAUM's selbst in Tabelle I zeigen, dafs eine Vermehrung dieser Differenz um das Zweihundertfache kaum eine Verdoppelung der Intermittenzzahl bewirkt.

Die zweite Frage, die GRÜNBAUM beschäftigt, ist die nach dem Einflufs der Helligkeit auf die Verschmelzung. Seine Versuche beweisen, dafs mit zunehmender Intensität die Intermittenzzahl zuerst steigt, dann sich gleichbleibt und schliefslich kleiner wird. Dabei scheidet er aber nicht genügend zwei Momente, welche bekanntermaafsen im entgegengesetzten Sinn die Verschmelzung beeinflussen, nämlich die thatsächliche Zunahme der mittleren Helligkeit, die günstig, und das Wachsthum der Differenz der Reizintensitäten, welches ungünstig wirkt. In Folge dessen haben GRÜNBAUM's Ergebnisse nach dieser Richtung nur den Werth, zu zeigen, wie die Bedeutung beider Momente sich verschiebt.

In dritter Linie unterzieht Verf. die Gültigkeit des TALBOT'schen Gesetzes einer Prüfung und findet auf Grund seiner Experimente, dafs bei Verwendung grofser Intensitäten eine intermittirend beleuchtete Fläche um 12, 13, 14 $^0/_0$ heller erscheint, als sie nach dem TALBOT'schen Gesetz erscheinen dürfte.

Zum Schlusse behandelt GRÜNBAUM wenig glücklich die Theorie des TALBOT'schen Gesetzes. Bei der Betrachtung der FICK'schen Theorie, welcher er gerne allgemeine Anerkennung verschaffen möchte, übersieht er völlig, dafs dieselbe gar keine Erklärung, sondern eine Folgerung aus dem TALBOT'schen Gesetz giebt, und dafs sie die Hauptschwierigkeit ungelöst läfst. Wenn nämlich FICK schildert, wie bei intermittirender Netzhautreizung jeder intensivere Reiz die Empfindung (dargestellt durch eine sägeförmige Curve) höher hinauftreibt, bis ein stationärer Zustand eintritt, wo die Richtung der sägeförmigen Curve horizontal wird, so ist eben die Frage die, warum dieser stationäre Zustand einmal eintritt, warum die Empfindung nicht wenigstens solange fortwächst, bis sie jener entspricht, welche der intensivere Reiz bei genügend langer Betrachtung hervorrufen würde.

Die Schwierigkeit der FICK'schen Annahme ist überwunden in MARBE's Theorie des TALBOT'schen Gesetzes. Aber diese wie die übrigen Arbeiten MARBE's scheint GRÜNBAUM entweder nicht zu kennen oder gründlich mifsverstanden zu haben; sonst könnte er nicht S. 439 sagen, MARBE betrachte das TALBOT'sche Gesetz als ungenau und ebenso wenig S. 447 in der Anmerkung die Ansicht äufsern, MARBE halte Schwarz für einen Reiz, der Wiederherstellung des von Weifs zersetzten Materials bewirke.

E. DÜRR (Würzburg).

KARL MARBE. **Die stroboskopischen Erscheinungen.** *Philos. Stud.* XIV, 3, S. 376—401. 1898.

Die vorliegende Arbeit ist eine von denjenigen, bei welchen es sich verlohnt, etwas länger zu verweilen.

Ihr Ziel ist eine Theorie der stroboskopischen Erscheinungen. Eine historische Einleitung führt in Kürze die Entwickelung, die unsere Kenntnifs dieses Gegenstandes seit seiner Entdeckung im Jahre 1825 genommen hat, vor, giebt eine Uebersicht über die verschiedenen stroboskopischen Apparate und deren Combination mit Stereoskopen — die vielleicht durch Berücksichtigung des dem Münsterberg'schen Stereoskop allerdings ähnlichen, immerhin auch eigenes Interesse bietenden Binocular-Stroboskops von Sanford *The Amer. Journ. of Psych.* VI S. 575 ff.) zu ergänzen wäre — bringt schliefslich zwei Berichtigungen älterer Versuchsergebnisse und liefert so die für die Begründung der Theorie notwendige Zusammenstellung des empirischen Thatsachenmateriales.

Die Erklärung der stroboskopischen Erscheinungen mufs sich, das ist von vornherein klar, theilweise auf das Talbot'sche Gesetz stützen. Bekanntlich hat Marbe schon vor ungefähr zwei Jahren eine Theorie dieses Gesetzes aufgestellt. Die Einwände, welche gegen dieselbe von verschiedenen Seiten erhoben worden sind, hat Marbe zum Theil bereits zurückgewiesen.[1] Den Rest zu erledigen, bringt er in der vorliegenden Arbeit eine neuerliche Darstellung seiner Theorie, die aber keineswegs eine Modification sondern nur eine Verdeutlichung der Darstellung seiner Ansichten enthält. Sie ist zunächst auf jene Schwierigkeiten berechnet, die Ref. in Marbe's Theorie gefunden und in einer Besprechung derselben vorgebracht hat.[2]

Eine Theorie des Talbot'schen Gesetzes hat die Erklärung zu geben zunächst 1. dafür, dafs successiv-periodische Gesichtsreizung überhaupt zu einer intensiv und qualitativ constanten Empfindung führt, 2. dafür, dafs diese Gesichtsempfindung gerade jene ist, die auch bei gleichmäfsiger Vertheilung des während einer Periode wirkenden Lichtes entstünde. Die Erklärung mufs aber gleichzeitig die Wirksamkeit jener Momente begreiflich machen, die das Entstehen der constanten Empfindung begünstigen, nämlich 1. der Verminderung der Reizdauern, 2. der Vergröfserung des Unterschiedes der Reizdauern, 3. der Verminderung des Unterschiedes der Reizintensitäten, 4. der Verstärkung der mittleren Intensitäten und 5. der Steigerung der Schnelligkeit der Contourenbewegung.

Erklären ist Zurückführen auf bekannte Thatsachen oder Gesetze. Marbe führt die Thatsache des Talbot'schen Gesetzes zurück auf das Schwellengesetz, das bekanntlich besagt, dafs nicht nur gleiche sondern auch hinreichend ähnliche Erregungen gleiche Empfindungen hervorrufen.

Die Gesichtsempfindung eines bestimmten Zeitelementes ist nicht Function der in diesem Zeitelemente wirkenden Lichtintensität, des jeweiligen „photochemischen Elementareffectes“, allein, sondern eine Function dieses zusammen mit einigen direct vorangehenden, der „charakteristischen Effectengruppe“. Sind nun die zu aufeinander folgenden Zeitelementen gehörigen charakteristischen Effectengruppen einander hinreichend ähnlich, so kommt es nach dem Schwellengesetze zu einer con-

[1] Siehe *diese Zeitschr.* Bd. XIII, S. 365 ff.

[2] *Diese Zeitschr.* Bd. XIII, S. 116 ff.

stanten Empfindung. Dadurch ist der erste Punkt erledigt. Diese constante Empfindung wird nun, wieder nach dem Schwellengesetze, gleich sein müssen derjenigen, deren (aus lauter gleichen Elementareffecten bestehenden) charakteristischen Effectengruppen die ihren am ähnlichsten sind — wodurch der zweite Punkt erklärt ist.

Ich möchte nun heute ebenso wenig wie in meiner Besprechung der ersten Darstellung dieser Theorie weiter untersuchen, inwieweit diese Erklärung des Talbot'schen Gesetzes eben dieses Gesetz selbst schon zur Voraussetzung hat. Dafs dies bis zu gewissem Punkte thatsächlich der Fall ist, wird sich kaum leugnen lassen. Denn die Voraussetzung, dafs die Lichtempfindung jedes Zeitelementes Function des zugehörigen und der direct vorhergehenden Elementareffecte ist, ist ja nichts anderes als ein neuer Ausdruck eines Theiles der Aussage des Talbot'schen Gesetzes. Wäre die Gesichtsempfindung Function des jeweiligen Elementareffectes allein, so könnte eine constante Empfindung eben nicht zu Stande kommen, sie mufs also Function auch noch anderer Elementareffecte sein, natürlich nur der vorangehenden. Aber ich möchte mich, wie gesagt, dabei nicht aufhalten, schon deshalb nicht, weil ja das Talbot'sche Gesetz mehr aussagt, als hier bereits vorausgesetzt wird und überdies dieser Erklärungsfehler meines Erachtens vielleicht mehr formaler als sachlicher Natur ist.

Ernstlicheres jedoch giebt, glaube ich, jener Theil der Theorie Marbe's zu bedenken, durch den die Wirksamkeit der für das Verschmelzen günstigen Momente verständlich werden soll. Aus dem Grundgedanken der Theorie erhellt, dafs jede Veränderung der charakteristischen Effectengruppen, die das Verschmelzen begünstigt, eine Steigerung ihrer Aehnlichkeit mit der aus lauter gleichen Elementareffecten bestehenden Effectengruppe sein mufs. Dies sei nun thatsächlich der Fall. Die charakteristische Effectengruppe: 1, 1, 1, 1, 1, 9, 9, 9, 9, 9, 1, 1, 1, 1, 1, 9, 9, 9, 9, 9 sei der Effectengruppe: 5, 5, 5, 5, 5 .... (20 mal) ähnlicher als 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 9, 9, 9, 9, 9, 9, 9, 9, 9, 9 (Verminderung der Reizdauern). Dasselbe gelte von 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 9, 9, 9, 9, 9, 9, 9, 9 (Vergröfserung des Unterschiedes der Reizdauern) und von 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 8 (Verminderung des Unterschiedes der Reizintensitäten).

Ich halte dieser Behauptung entgegen, dafs diesen Effectengruppen an sich Aehnlichkeitssteigerungen keineswegs in jedem Falle anzusehen sind. Marbe sagt nun, „die . . . charakteristischen Effectengruppen sind unter sich um so ähnlicher, . . . je geringer die mittlere Variation der Elementareffecte . . . ist". Marbe mifst also den Aehnlichkeitsgrad nicht an dem „Aussehen" der Effectengruppe, sondern an ihrer mittleren Variation. Ob das zulässig ist, möge man an folgendem Beispiele beurtheilen. Ich frage: Welche von den Effecten-Gruppen, [2, 2, 2, 6, 2, 2, 6, 2] (I) oder [2, 2, 2, 7, 2, 2, 2, 7] (II) ist der Effectengruppe [2, 2, 2, 6, 2, 2, 2, 6] (III) ähnlicher? Die Antwort ist schwer zu geben. Denn es liegen zweierlei Verschiedenheiten vor, zwischen I und III Verschiedenheit der Anordnung, zwischen II und III Verschiedenheit der Elemente. Die Frage, welche von beiden Verschiedenheiten die kleinere ist, ist ungefähr ebenso unbeantwortbar, wie die, ob ein rother Kreis von einem rothen Quadrat oder von einem grünen Kreise mehr verschieden ist, oder ob Carmin von Zinnober

mehr als der Ton $\bar{c}$ von c. MARBE hilft sich dadurch, dafs er die mittlere Variation zum Aehnlichkeitsmaafs macht und sagt, je geringer die Differenz derselben, desto gröfser die Aehnlichkeit. Dieses Auskunftsmittel ist jedoch unzulässig. Denn es bietet kein natürliches Maafs der Aehnlichkeit, sondern eines, das das TALBOT'sche Gesetz schon vorausnimmt, gewissermaafsen auf dieses bereits von vornherein abgestimmt ist. Dem Verfasser erscheint die Effectengruppe I der Effectengruppe III ähnlicher eigentlich deshalb, weil sie eher als II geeignet ist, den gleichen Empfindungseffect hervorzurufen; dann erst verfällt er auf die mittlere Variation.

Ich kann also die eben besprochene Antwort MARBE's noch nicht als eine Erledigung meiner Einwände betrachten. Dennoch mufs ich es auch heute wiederum sagen, dafs mir seine Theorie ihrem wesentlichen Grundgedanken nach richtig und brauchbar scheint, zumal sie sich durch die consequente Ausnützung des einzigen, dabei der Psychologie so geläufigen Principes ganz besonders ansprechend repräsentirt. Deshalb habe ich auch ein gutes Zutrauen darauf, dafs es gelingen müsse, sie mit den aus meinen Einwänden entspringenden Forderungen in Einklang zu bringen. Da diese Einwände zunächst darin wurzeln, dafs die charakteristischen Effectengruppen Aehnlichkeiten nach zwei verschiedenen Dimensionen aufweisen, so dürfte der Weg zu ihrer Beseitigung dadurch gefunden werden, dafs man die Berücksichtigung einer Gröfse in die Theorie hereinnimmt, die diese verschiedenen Dimensionen so zu sagen in einer einzigen projicirt und vereinigt darstellt. Eine solche Gröfse wäre vielleicht der von der charakteristischen Effectengruppe in näher zu bestimmender Function abhängige jeweilige Erregungszustand des Organes.

MARBE vertheidigt seine Theorie auch noch gegen andere Angriffe, und zwar gegen diese, wie mir scheint, mit vollem Erfolg. FICK und SCHENK[1] haben nämlich den Einflufs, welchen die Geschwindigkeit der Contourenbewegung auf die Verschmelzung ausübt, im Widerspruch zu MARBE aus unbeabsichtigten, unwillkürlichen Augenbewegungen erklärt. MARBE führt eine Versuchsanordnung vor, welche durch Ausschaltung der Möglichkeit von Augenbewegungen zeigt, dafs diese hier nichts zu bedeuten haben. Seine Erklärung des Einflusses der Contourenbewegung dürfte also uneingeschränkt recht behalten.

Soviel zur Theorie des TALBOT'schen Gesetzes. Die Hauptsache einer Erklärung der stroboskopischen Erscheinungen ist damit bereits gethan. MARBE führt eine ganze Reihe dieser Erscheinungen direct auf das TALBOT'sche Gesetz zurück. „Diejenigen stroboskopischen Erscheinungen, bei welchen es sich nicht um das Sehen bewegter Bilder handelt, beruhen im Wesentlichen lediglich auf den Thatsachen des TALBOT'schen Satzes. Diejenigen aber, bei welchen der Eindruck bewegter Objecte erzeugt wird, (und diese sind ja die interessantesten und wichtigsten) beruhen noch auf einem zweiten Momente, nämlich darauf, dafs wir unter Umständen continuirliche Bewegungen zu sehen glauben, auch wenn die einzelnen auf einander folgenden Bildphasen nicht auf neben einander liegende Netzhautstellen

[1] PFLÜGER's *Archiv* Bd. 64 (1896), S. 165 ff. und Bd. 68 (1897), S. 40 ff.

fallen.“ (S. 398.) „Wenn wir Bewegungen stroboskopisch darstellen, so dürfen mehrere Bewegungsphasen ausfallen, ohne dafs wir es bemerken.“ (S. 399.) Im Gegensatz zu Versuchen GRÜTZNER's stellt MARBE fest, dafs der Ausfall von Bewegungsphasen, wenn der stroboskopische Effect eintritt, zwar unbemerkt bleiben, aber bei genügender Aufmerksamkeit und geeigneter Richtung derselben zum Bewufstsein gebracht werden kann. — Es ist natürlich nicht zu verkennen — und MARBE wird es selbst auch wissen — dafs damit nicht sowohl eine Erklärung der stroboskopischen Scheinbewegung als vielmehr blofs ein schärferer, theoretischer Ausdruck derselben gegeben ist. Aber es wird sich eben in diesen Dingen schon ziemlich um letzte, nicht weiter zurückführbare Thatsachen handeln. Höchstens vielleicht, dafs man in jenen Fällen, wo bei aller Aufmerksamkeit eine Discontinuität der Begungsphasen nicht zu bemerken ist, an ein gewisses Ineinanderfliefsen der Netzhauterregungen denken könnte. Die entgegengesetzten Fälle sind, wie man leicht einsieht, für gewisse Fragen der Complexionspsychologie von hohem Interesse und so war es daher ein recht dankenswerthes Unternehmen, das Thatsächliche daran festzustellen.

WITASEK.

H. DENNERT. **Akustische Untersuchungen zum Zwecke physiologischer und praktischer otologischer Fragen.** Vortrag, gehalten auf d. 7. Versammlung d. deutschen otolog. Gesellsch. in Würzburg. *Arch. f. Ohrenheilkunde* **45** (1 u. 2), 27—38. 1898.

Des Verf.'s frühere Untersuchungen zur Lehre von den Geräuschen sind den Lesern *dieser Zeitschrift* bekannt. In der vorliegenden Abhandlung wird zunächst gezeigt, wie man den Ton einer Stimmgabel allmählich in ein Geräusch verwandeln kann. Eine Gabel, die ungedämpft durch einen Anschlag zu einem 200 Secunden langen Tönen gebracht wird, verklingt bei dem gleichen Anschlag schon nach 2 Secunden, wenn man nur etwas Watte zwischen die Branchen bringt. Dämpft man zunehmend stärker, so geht schliefslich die Tonempfindung in die eines trockenen Schlaggeräusches über. Dieses Geräusch ist aber noch im Stande, eine zweite unison gestimmte Gabel zum Mittönen zu bringen. „Damit ist es für diese Art von Geräuschen experimentell erwiesen, dafs sie physikalisch in derselben Weise analysirt werden, wie Töne, und dafs somit auch zu ihrer Auslösung im Ohr kein anderes Organ nöthig ist, als wie für die Auslösung der Töne.“ Verf. hat diese Beobachtungen auch praktisch zur Construction eines Hörmessers verwerthet.

Für das Tönen wie für das Mittönen ist es von wesentlicher Bedeutung, aus welchem Material der schwingende Körper besteht und in welchem Medium er schwingt. Befinden sich beide Gabeln, die erregende und die zum Mittönen zu bringende in einer Flüssigkeit, so ist das Mittönen umsomehr erschwert, je dicker die Flüssigkeit und je höher der Ton ist. Die Endolymphe würde hiernach bei ihrer zähen Beschaffenheit einen stark dämpfenden Einflufs ausüben. Eine in einer Flüssigkeit befindliche Gabel durch eine andere in der Luft schwingende zum Mitklingen zu veranlassen,

gelingt nicht so ohne Weiteres. Es ist dazu nothwendig dafs beide Gabeln sich direct oder mittelbar berühren. Eine Gabel, welche in der Luft z. B. den Ton a' giebt, giebt unter Wasser, also in einem Medium von gröfserem Widerstande schwingend den tieferen Ton f'. Sie wird demnach auch am stärksten durch eine f'-Gabel, weniger durch eine a'-Gabel aus der Luft her erregt. — Im Labyrinth haben wir nach HELMHOLTZ den Fall verwirklicht, dafs abgestimmte Fasern in einer zähen Flüssigkeit durch Töne in der Luft zum Mitschwingen gebracht werden. Da nun Consistenz und Druck der Endolymphe wechseln und doch dem gleichen äufseren Tone immer die gleiche Tonempfindung entspricht, so mufs man nach Obigem einen besonderen, diese Verhältnisse regulirenden Accomodationsapparat annehmen. Als einen solchen möchte Verf. die Paukenhöhlenmuskeln ansehen. SCHAEFER.

P. OSTMANN. **Ueber die Reflexerregbarkeit des Musculus tensor tympani durch Schallwellen und ihre Bedeutung für den Höract.** *Arch. f. Anat. u. Physiol.*, Physiol. Abthlg., 1898, S. 75—123.

Die Bedeutung des Tensors für das Hören hat man am Ohrpräparat, an Menschen, welche diesen Muskel willkürlich contrahiren können, und an Patienten, an denen die Durchschneidung der Tensorsehne, die Tenotomie, ausgeführt werden mufste, studirt. Sein Vorhandensein ist unwesentlich für die Feinheit des Gehörs; sein Fehlen macht aber das Ohr gegen hohe Töne überempfindlich. Im Ruhezustande verringert er durch seine Spannung die Bewegung des schallleitenden Apparates, insbesondere des Hammers und Trommelfelles, nach aufsen und ist somit ein kräftiger Schutz gegen eine übermäfsige Excursion in dieser Richtung. Seine Contraction spannt das Trommelfell straffer und zieht die ganze Gehörknöchelchenkette nach innen, so dafs durch das tiefere Eindringen des Steigbügels in das ovale Fenster der Labyrinthdruck erhöht wird. Hieraus folgt, dafs eine tetanische Zusammenziehung des Tensors die in der Sprache und Musik vorwiegenden Töne sowie gewisse Geräusche abdämpft.

Die Hypothese HENSEN's, der Tensor führe am Anfang einer jeden Silbe eine Zuckung aus, um das Trommelfell durch vermehrte Spannung zur Aufnahme der Vocale geeigneter zu machen, weist Verf. in eingehender Auseinandersetzung als ganz unrichtig zurück. Er fand im Gegentheil, dafs zwar ein Hund, dessen Reflexerregbarkeit durch Strychninvergiftung erhöht ist, auf manche Schalleindrücke mit Reflexzuckungen des Tensors reagirt, ein normaler Hund solche jedoch in keinem Falle zeigt. Beim Menschen kommt gelegentlich eine Tensorcontraction vor, welche als Ruck im Ohr empfunden wird und sich dem otoskopirenden Beobachter als eine blitzschnelle, äufserst feine, über den Hammergriff und die angrenzenden Trommelfellpartien hinweghuschende Bewegung darstellt. Die Veranlassung geben mit Vorliebe intensive höchste Töne und noch leichter starke, unangenehme, hohe Geräusche, namentlich wenn sie erst in der Tiefe einsetzen und dann rasch und mit grofser Stärke die Tonskala hinauflaufen. Es werden hierbei offenbar in schneller Aufeinanderfolge zahlreiche Hörnerven gereizt, was dann die Tensorcontraction als Schutz- und Abwehrbewegung

auslöst. Reine Töne, die nicht allzu hoch sind, und mäfsig laute Geräusche führen keine Zuckung herbei, falls nicht gerade eine individuelle Hyperästhesie besteht. SCHAEFER.

TREITEL. **Ueber das Wesen und den Werth der Hörübungen bei Taubstummen und hochgradig Schwerhörigen.** *Klinische Vorträge aus dem Gebiete der Otologie und Pharynx-Rhinologie* 2 (11). 1898. 28 S.

Der praktische Wert der von URBANTSCHITSCH angegebenen Hörübungen bei Taubstummen und hochgradig Schwerhörigen hat eine sehr ungleiche Beurtheilung erfahren. Während jene Autoren, welche die Methode von URBANTSCHITSCH unmittelbar zur Anwendung brachten, über durchaus günstige Erfolge berichten konnten, verhielten sich zahlreiche andere Praktiker ablehnend. Infolge dieses Widerstreites der Meinungen wurde es dem aufserhalb der engeren Fachkreise Stehenden schwer, sich ein sicheres Urtheil über die Möglichkeit zu bilden, das Hörvermögen der Taubstummen durch methodische Uebungen zu beeinflussen. Verf. hat sämmtliche Berichte hierüber gesammelt und in vollkommen objectiver Weise kritisch verwerthet, aber auch auf eigene Erfahrungen Rücksicht genommen, die den Gegenstand einer früheren kurzen Mittheilung bildeten. Aus den Berichten geht die Thatsache hervor, „dafs taubstumme Kinder, welche zunächst kein Wort verstanden haben, durch Uebung bis zum Verständnifs von Sätzen gebracht werden können". Da dies jedoch nicht allgemein zutrifft, so kann Verf. die Hörübungen „als einen Theil des allgemeinen Unterrichtes für Taubstummenschulen" nicht empfehlen. „Dagegen ist ein Versuch bei einzelnen, mit gröfseren Hörresten und guter Begabung ausgestatteten Kindern nicht von der Hand zu weisen, am besten wohl, wenn sie das Absehen bereits beherrschen und sich ein gröfseres Maafs von Wissen angeeignet haben." Es eröffnet sich weiterhin den Hörübungen ein weites, fruchtbares Gebiet in allen jenen Fällen, die auf functionelle Störungen des Hörorgans zurückzuführen sind.

THEODOR HELLER (Wien).

J. CLAVIÈRE. **Contribution à l'étude du sens de l'espace tactile.** *L'Intermédiaire des Biologistes* 1 (18), 406—416. 20 juill. 1898.

Wenn man mit zwei Spitzen die Haut berührt, so hat man entweder zwei Empfindungen oder nur eine. Ob dies oder jenes der Fall ist, hängt ab von der Entfernung der beiden Spitzen und von der Hautstelle, welche berührt wird. Verf. beschäftigt sich nun mit dem Problem, ob die Empfindlichkeit in der Unterscheidung zweier Spiten für alle Theile einer bestimmten Gegend der Hautoberfläche gleich ist oder ob sie vielleicht innerhalb ein und derselben Hautgegend schwankt. Die Untersuchung wurde auf mehrere Versuchspersonen ausgedehnt und scheint sehr sorgfältig gewesen zu sein. Gearbeitet wurde mit einem Zirkel mit stumpfen Spitzen und später mit einem Aesthesiometer nach VERDIN. Untersucht wurde Handfläche und Unterarm. Es zeigte sich dabei, dafs die Feinheit des Raumsinnes innerhalb einer bestimmten Gegend der Hautoberfläche im einzelnen äufsert schwankend ist, ohne dafs eine Gesetzmäfsigkeit dieser

Schwankungen vorhanden ist. Zwischen der Empfindung eines Punktes und der deutlichen Empfindung zweier Punkte liegen mehrere Uebergangsstufen: bei einer gewissen Entfernung der Spitzen glaubt man von einer Spitze berührt zu werden, an welche sich ein beistrichartig geformter Gegenstand anreiht. Dann empfindet man die beiden Spitzen als einen linienförmigen Gegenstand. Werden sie noch weiter entfernt, so empfindet man zwei verbundene Punkte und erst bei abermaliger Distanzvergröfserung nimmt man die beiden Spitzen getrennt wahr.

Karl Marbe (Würzburg).

Th. Philippe. **Algésimètre pour controler l'appréciation de la douleur.** III. intern. Congr. f. Psychol., S. 279–280.

Eine scharfe Stahlspitze wird auf den ruhenden Finger aufgesetzt. Die Spitze befindet sich unterhalb eines Gefäfses, in welches mit variirbarer Geschwindigkeit Bleischrot einfliefst; je mehr Schrot im Gefäfs ist, um so stärker drückt sich die Spitze in den Finger. Der Moment, in welchem die Schmerzempfindung beginnt, ist somit leicht zu constatiren und die Empfindung in ihrer Abhängigkeit von Druckgröfse und Druckänderungsgeschwindigkeit zu studiren. — Der Apparat zeichnet sich vor ähnlichen besonders dadurch aus, dafs die schmerzerregende Reizgröfse nicht sprunghaft, sondern allmählich erreicht wird.

W. Stern (Breslau).

Georg Hirth. **Nachaufsenspiegelung der Sinneseindrücke.** Nebst einem Anhang: „**Haben wir einen Ferntastsinn?**" III. intern. Congr. f. Psychol. S. 261–267 u. 268–276.

Hirth entwickelt in den beiden Vorträgen seine schon aus anderen Schriften bekannte extrem-nativistische Raumtheorie, und zwar bezieht sich seine Bekämpfung des Empirismus und die Annahme specifischer angeborener Sinnesfunctionen insbesondere auf zwei Momente: 1. auf die Nachaufsenspiegelung der Sinneseindrücke, 2. auf das plastische Sehen. Die Sinneswahrnehmungen sind nicht „Zeichen", die von der Intelligenz durch den Zwang des Causalitätsgesetzes auf äufsere Objecte gedeutet werden; vielmehr fühlen wir das Räumliche aufser uns sinnlich, das Doppelauge ist das Organ eines Ferntastsinnes. Das Eigenthümliche an der Hirth'schen Theorie ist nun, dafs er den Nativismus nicht nur, wie manche Andere, für die räumliche Fläche, sondern auch für die dritte Dimension behauptet. Die Auffassung des Plastischen ist ihm ebenso primitive Empfindungsthatsache, wie die der Ausdehnung und zwar kennt er zwei physiologische Factoren der Tiefenwahrnehmung: die Verschmelzung der beiden Netzhautbilder und die Fernqualitäten des Lichtes. Er stellt den Satz auf: „Die Vereinigung der beiden Netzhautbilder und die Wahrnehmung scheinbar verschiedener Tiefen im Sammelbilde erfolgt durch einen nervösen Zwang." Um aber auch die monoculare Tiefenwahrnehmung zu erklären, zieht er die „Fernqualitäten" des Lichtes hinzu. Durch die kugelförmige Ausbreitung, die Abschwächung und Zerstreuung, durch die Reflexion in der Luft sind die von verschiedenen Entfernungen herkommenden Lichter

mehr oder weniger „verfilzt" und „verwischt". Auch die Beschaffenheit der Farben ändert sich je nach der Entfernung. Er fährt nun fort: „Warum sollen wir unserem wunderbaren Organ, das die feinsten Farbennüancen unterscheidet, die Gabe absprechen, auch die Abschwächung der Lichtintensität zu empfinden — als Modification der allgemeinen Nachaufsenverlegung, als Nah- und Ferngefühl zu empfinden?" Hier macht H. einen logischen Sprung. Dafs wir die Abschwächungen der Lichtintensitäten empfinden, ist gar nicht zu bezweifeln; dafs wir aber diese Abschwächungen ohne Weiteres als Nah- und Ferneindrücke „empfinden", ist falsch; wir empfinden sie lediglich als Intensitätsunterschiede. Können doch die gleichen Intensitätsdifferenzen durch ganz andere Ursachen herbeigeführt werden, als durch verschiedene Nähe und Ferne, nämlich durch verschiedene objective Intensität gleich weit entfernter Reize! Auf Nähe oder Ferne beziehen wir diese Intensitätsunterschiede nur dann, wenn wir wissen, dafs die objectiven Intensitäten nicht solche Differenzen zeigen — genau wie wir Gröfsenunterschiede der Bilder (z. B. von einer Reihe von Bäumen) nur dann auf verschiedene Entfernung beziehen, wenn wir wissen, dafs den wirklichen Gröfsen diese Verschiedenheit nicht zukommt. Hier liegt ganz unbestreitbar „Deutung" vor, und das ist auch ganz natürlich. Denn das Sehen mit einem Auge ist das Abnorme und bedarf keiner eigenen Tiefenempfindung. Es genügt, wenn mit dem normalen Tiefeneindruck, der nach Hirth unmittelbar an das Doppelauge geknüpft ist, sich regelmäfsig jene Fernqualitäten des Lichtes associiren; diese Associationen sind dann in den seltenen Fällen des monocularen Sehens stark genug, um den Tiefeneindruck auszulösen. Uebrigens fallen die „Fernqualitäten" zum gröfsten Theil mit der sogenannten „Luftperspective" zusammen, die bereits von verschiedenen Seiten als ein wichtiger Factor der Tiefenwahrnehmung beschrieben worden ist. W. Stern (Breslau).

A. M. Thauziès. **L'orientation.** *Revue scientifique* **9**, 392—397. 26 mars 1898.

Thauziès theilt eine auf vielfältigen Erfahrungen beruhende anschauliche Anleitung zur Erziehung von Brieftauben mit und berichtet dabei über das bekannte, grofse Orientirungsvermögen dieser Thiere. Die landläufigen aber offenbar ungenügenden Versuche zur Erklärung dieses Orientirungsvermögens werden dargelegt und abgewiesen, während der Verf. selbst eine neue aber freilich überaus vage Hypothese über diesen Gegenstand aufstellt. Die Flüge, welche die Brieftaube insbesondere des Morgens nach allen Himmelsrichtungen von ihrem Taubenschlag aus unternimmt, geben ihr nach Thauziès Gelegenheit zur Aufnahme einer Menge optischer und „magnetischer" Empfindungen, mit deren Hülfe es ihr später gelingen soll, in jeder Zeit und von jedem Ort aus die Zone des Horizonts zu bestimmen, in welcher sich der Taubenschlag befindet.

Karl Marbe (Würzburg).

O. Külpe. **Ueber den Einflufs der Aufmerksamkeit auf die Empfindungsintensität.** III. intern. Congr. f. Psychol. S. 180—182.

Nach einer Kritik der Münsterberg'schen Versuche, welche bekanntlich eine Schwächung der Empfindungsintensität durch die Aufmerksamkeit

beweisen sollten, schilderte K. seine eigenen, optischen Versuche. Nachdem in einer Normalreihe zwei Helligkeiten hergestellt waren, die gleich erschienen, wurde in einer „Ablenkungsreihe" der eine der beiden Reize vorgeführt, während die Aufmerksamkeit durch Rechnen abgelenkt war, der andere unter gleichen Umständen wie oben. Es ergab sich bei einem Beobachter Ueberschätzung, bei zwei anderen Unterschätzung des abgelenkten Reizes. Durch Control-Experimente suchte K. nachzuweisen, dafs jene Resultate lediglich auf Störung der Convergenz und Accomodation, die sich stets im Gefolge einer Aufmerksamkeitsablenkung einstellten, zurückzuführen seien. K. machte darauf aufmerksam, dafs seine Versuche eine bisher unbekannte Beziehung zwischen Helligkeitsempfindung und Accomodationszustand des Auges aufzeigten. W. Stern (Breslau).

R. von Schubert-Soldern. **Ueber das Unbewufste im Bewufstsein.** *Vierteljahrsschrift für wissensch. Psych.* 22 (4), 393—407. 1898.

Verf. stellt zunächst die Behauptung auf, die beiden Ausdrücke „Bewufstsein" und „Unterschiedensein" in gleicher Bedeutung gebrauchen zu dürfen, da das Ununterschiedene überhaupt nicht vorhanden sei. Das Mannigfaltige wird dadurch zu einem unterschiedenen, dafs Lust und Unlust bestimmte Theile derselben hervorheben. Es treten dadurch einzelne mehr unterschiedene Strecken als relativ Unterschiedenes in Gegensatz zu einzelnen weniger unterschiedenen Stellen als relativ nicht Unterschiedenes. Dadurch entsteht die Möglichkeit eines relativen Bewufstseins, wie es Verf. nennt. Den Gegensatz hierzu bildet das relativ Unbewufste, Zustände der Gleichgültigkeit, des Selbstversunkenseins, in welchem die Unterschiede des Bemerkens innerhalb des Mannigfaltigen recht geringe sind. — Eine zweite Art des Unbewufstseins im Bewufstsein bildet das reflexionslose Bewufstsein. Denke ich mir nach einander die Bewufstseinszustände a, b, c, d in der Weise, dafs a von b verschieden und als Erinnerung gleichzeitig mit b gegeben, dafs a jedoch aus dem Gedächtnifs verschwände in dem Augenblick, wo c eintritt, und dafs ebenso b verschwände beim Eintritt von d, so wäre die Zusammenfassung des Gegebenen in der Reproduction beschränkt. Wir hätten ein „reflexionsloses" Bewufstsein. In diesem Falle ist kein absichtliches Handeln möglich. Denn kann ich die Zeitmomente a, b, c, d nicht inhaltlich in eine Reproduction zusammenfassen, so kann ich auch nicht wissen, dafs a gewisse Inhalte aufweist, welche durch Inhalte von b und c hindurch gewisse Inhalte von d zur Folge haben. Zum Glück giebt es jedoch nur ein relativ reflexionsloses Bewufstsein, nämlich dann, wenn wir instinctiv handeln. Der Instinct sieht immer nur auf eine kleine Zeitstrecke das Kommende voraus, die Absicht dagegen besitzt stets einen umfassenderen Ausblick. Dadurch, dafs beim absichtlichen Denken und Handeln eine viel gröfsere Mannigfaltigkeit in der Reproduction zusammengefafst wird, treten viel mehr Unterschiede von Inhalten und ihren Aufeinanderfolgen einander entgegen und gelangen so zu mehr oder weniger scharfer Hervorhebung und Erkenntnifs. Das absichtliche Denken und Handeln umfafst viel breitere und tiefere Zusammenhänge des Thatsächlichen. — Eine dritte Art des Bewufstseins und Unbewufstseins ist das der Persönlichkeit. Das Bewufst-

sein der eigenen Persönlichkeit ist niemals ein unmittelbares, sondern ein erschlossenes, es ist ein „mittelbares“ Bewufstsein. Das relative Bewufstsein kennt nur den Gegensatz zwischen Ich und Gegenständen bezw. fremden Leibern. Die fremde Innenwelt erschliefse ich erst. Das persönliche Unbewufstsein besteht darin, dafs ich etwas gedacht, gesagt, gethan habe, und es fälschlicherweise auf einen Anderen übertrage. Jedoch kann im normalen Zustande nachträglich eine Correctur erfolgen. Es kann nur ein instinctives Bewufstsein dauernd mit persönlichem Unbewufstsein verbunden sein. Denn das persönliche Bewufstsein erfordert eine vergleichende Zusammenfassung grofser, über längere Zeiträume sich erstreckender Inhaltscomplexe und Inhaltsreihen des unmittelbaren und erschlossenen Bewufstseins, die beim instinctiven Bewufstsein ausgeschlossen ist. — Die Betrachtung eines todten Leibes stellt an mich die Forderung, ein absolutes Unbewufstsein zu denken. Von da aus komme ich zum Transcendenten, welches aufserhalb meines und eines fremden Bewufstseins sich befindet.

„Das Bewufstsein erwacht an seinem relativen Gegensatz, und das menschliche Bewufstsein ist gebunden an den Gegensatz von Ich und Du.“ „Die Gesetzmäfsigkeit des Geschehens im Bewufstsein ist vom Bewufstsein unabhängig wie das Geschehen in der Zeit von der Zeit.“ —

Im Anschlufs an die letzte Bemerkung des Verf. könnte man darauf hinweisen, dafs trotzdem jeder Entwickelungsstufe des Bewufstseins zeitlich die Herrschaft eines bestimmten Complexes von psychischen Gesetzen entspricht, welche für die jeweilige Entwickelungsstufe des betreffenden Lebewesens genügen, und welche beim Emporsteigen zu einer höheren Entwickelungsstufe in vollkommenerer Form auftreten. So z. B. kommt das „Unterschiedensein“ einer bestimmten Vorstellung von einer anderen im normalen Zustande des menschlichen Bewufstseins mehr mit Hülfe von Vorstellungen und Gefühlen ähnlichen Inhalts zu Stande, im thierischen Bewufstsein mehr mit Hülfe von berührenden psychischen Inhalten.

Giessler (Erfurt).

E. Roemer. **Ueber einige Beziehungen zwischen Schlaf und geistigen Thätigkeiten.** III. intern. Congr. f. Psychol., S. 353—355.

Zur Messung der geistigen Leistungsfähigkeit wurden angewandt: Zahlenlernen, Addiren, Wahlreactionen, Associationsreactionen.

I. Die Leistungsfähigkeit wurde gemessen zu verschiedener Zeit nach dem normalen Schlafe, Es zeigte sich kurz nach dem Aufstehen (1 Stunde nach dem Schlafe) eine deutliche Müdigkeit, welche sich äufserte in den geringen absoluten Leistungen, dem Fehlen des „Arbeitsantriebs“, einer gesteigerten Ermüdbarkeit, einer Verlängerung der Wahlreactionszeit.

II. Die Leistungsfähigkeit wurde gemessen nach Morgens und Abends abgekürztem Schlafe. Während dieselbe gar nicht beeinflufst wird bei Personen, deren gröfste Schlaftiefe sehr bald nach dem Einschlafen erreicht ist, zeigen Personen, die ihre gröfste Schlaftiefe erst gegen Ende der Nacht erlangen, deutliche Variationen der Leistungsfähigkeit und zwar nach Abends abgekürztem Schlafe einen Zustand der Müdigkeit mit den oben genannten Symptomen, nach Morgens abgekürztem Schlafe aber einen Zu-

stand der Ermüdung. In dieser Scheidung sieht R. das Hauptresultat seiner Untersuchungen. Symptome der Ermüdung sind: schnelleres Sinken der Leistungen, Herabsetzung des Arbeitszuwachses, noch gröfsere Verlangsamung der Wahlreactionszeit, Zunahme der Klang- und indirecten Associationen gegenüber den inneren Associationen. — R. machte auf die Verwerthbarkeit seiner Resultate für die Schulhygiene aufmerksam.

W. Stern (Breslau).

Georg Hirth. **Thesen zu einer Lehre von den „Merksystemen“.** III. intern. Congr. f. Psychol., S. 458—473.

Zum Unterschiede von den „Associationen“ bezeichnet H. als „Merksysteme“ „die zu mehr oder weniger bleibenden Eigenschaften des Nervenstaats gewordenen Verbindungen“. Jedes Merksystem ist nichts Anderes als eine Form biologischer Energetik. „Alle functionell nervösen Vorgänge und Zustände haben die Tendenz der dynamischen Ausbreitung und Suggestion. Andererseits ist immer eine grofse Masse von Nervenelementen bereit, sich neuer Reize zu bemächtigen. Insoweit hierdurch bleibende Beziehungen für die Reproduction hergestellt werden, sprechen wir von ‚Merksystemen‘“. Sie sind also „dynamische Zustände, welche den Moment ihrer Entstehung überdauern“ und theilweise unter der Schwelle des Bewufstseins fortwährend an der Arbeit sind. Kein Merksystem ist ohne physiologische Grundlage denkbar. Sowohl die einzelnen Functionen, Ernährung, Fortpflanzung u. s. w. wie auch Beispiel, Erziehung, Zwang, Milieu sind von Bedeutung für die Bildung von Merksystemen. Das System ist in der Regel stärker als das neue Bild, das es nicht nur aufnimmt, sondern auch verarbeitet. Dasselbe Merksystem ist in Folge biologischer Einflüsse durch Einwirken anderer Systeme u. s. w. fortwährenden Veränderungen ausgesetzt; zwei Individuen haben nie völlig gleiche Merksysteme. — Weitere Thesen handeln von der Erblichkeit, dem Bewufstwerden, der Reproduction der Merksysteme, dem Wechsel in der Reproduction, den Schatten- und Traumsystemen, den Artsystemen und von den individuellen Differenzen im Functioniren der Merksysteme, wovon die geistige Bedeutung des Individuums abhängt.

Es ist unleugbar, dafs Hirth hier ein wichtiges Problem geschaut hat, welches über der Erforschung der psychischen Elemente und des psychischen Geschehens stark in den Hintergrund gerathen war: das Problem der bleibenden psychischen Zusammenhänge. In den „Apperceptionsmassen“ der Herbartianer hatten wir, wie die Discussion auch hervorhob, etwas Aehnliches; doch haben die „Merksysteme“ vor jenen den Vorzug, dafs sie sich nicht auf Vorstellungen beschränken, und dafs sie den biologischen Gesichtspunkt mit einschliefsen. — Vielleicht, dafs wir in den „Merksystemen“ einen Begriff gewinnen, der ein erfreuliches Bindeglied abgeben könnte zwischen den bisherigen Abstractionen der wissenschaftlichen Psychologie und den — der Popularpsychologie geläufigen — Begriffen für dauernde Seeleneigenthümlichkeiten, für die individuellen Nuancen des Charakters und des Intellects, welche beiden Begriffsgruppen bisher so ziemlich ohne jegliche Fühlung neben einander bestanden. Frei-

lich müfste hierzu die Lehre von den Merksystemen noch sehr gründlich ausgebildet und vor Allem von dem Ballast bildlicher Umschreibungen befreit werden, die nur allzuleicht für Erklärungen genommen werden können und doch keine sind. W. Stern (Breslau).

Th. Flournoy. **Sur l'association des chiffres chez les divers individus.** III. intern. Congr. f. Psychol., S. 221—222.

Die Aufgabe, während einer gegebenen Zeit so viel Ziffern als möglich, unter Vermeidung der 0 und der natürlichen Reihenfolge aufzuschreiben, liefert eine Menge differentialpsychologischen Materials, namentlich, wie F. meint, zur Bestimmung des Typus der inneren Sprache. In der Schnelligkeit der Ausführung, im Einflufs der Uebung, in der Fähigkeit, sich von der natürlichen Ordnung zu emancipiren, vor Allem aber in der meist unbewufsten Bevorzugung gewisser Ziffern und Vernachlässigung anderer zeigen sich bedeutsame individuelle Verschiedenheiten. Die zuletzt erwähnte Vorliebe bezw. Abneigung führt F. theils auf intellectuelle, theils auf emotionelle Factoren zurück. — Im Allgemeinen werden die Ziffern 3, 5, 7 durchschnittlich am meisten bevorzugt, 2, 6 und besonders 1 am meisten vernachlässigt. W. Stern (Breslau).

W. von Tschisch. **Ueber das Gedächtnifs für Sinneswahrnehmungen.** III. intern. Congr. f. Psychol. S. 95—109.

v. Tschisch berichtet über sechs in seinem Laboratorium angestellte Untersuchungsreihen, welche die Prüfung des Gedächtnisses für die Eindrücke verschiedener Sinnesgebiete und die Abhängigkeit dieses Gedächtnisses von der Zeitdistanz zum Gegenstand hatten. Die meisten der Untersuchungen sind bereits veröffentlicht, doch, mit Ausnahme der ersten, in russischer Sprache. Wegen ihrer analogen Anlage bieten die verschiedenen Experimente Stoff zu manchen interessanten Vergleichen; deshalb sollen auch alle hier Erwähnung finden, obgleich über einige *diese Zeitschr.* bereits früher Referate gebracht hat.

1. Loewenton (Referat s. *diese Zeitschr.* VIII, 142) untersuchte den Raumsinn der Haut des rechten Vorderarmes für einen bestimmten Normalabstand (70 mm). Das Resultat war, dafs mit steigenden Zeitintervallen (von 2"—45") der Unterschied in den Punktdistanzen immer ungenauer wahrgenommen wurde. (Abnahme der richtigen Fälle von 75 % auf 52 %.)

2. Barth untersuchte das Gedächtnifs für den Ortssinn. (Referirt: Bd. IX, S. 66 *dieser Zeitschr.*) Eine Stelle des Vorderarmes der Versuchsperson wurde vom Experimentator mit einem Anilinstift berührt. Sofort oder nach einem gewissen Zeitintervall mufste die Versuchsperson ebenfalls mit einem Anilinstift versuchen, dieselbe Stelle zu treffen. Resultat: von 0" bis 2 Minuten verdoppelt sich allmählich der mittlere Fehler. Von da an macht eine Vergröfserung der Zeitintervalle, selbst auf Stunden hinaus, keinen bedeutenden Unterschied mehr aus.

3. Landau. Gedächtnifs für passiven und activen Muskelsinn. Es wurden Gewichte verglichen, die in der einen Versuchsserie auf die ruhende Hand gesenkt wurden (wir würden hier lieber von „Drucksinn"

als von passivem Muskelsinn sprechen), in der anderen mit zwei Fingern gehoben werden mufsten. Angewandt wurden dort Gewichte von 90, 100 und 110 g, hier solche von 95, 100 und 105 g. Die Tabellenangaben sind nicht ganz verständlich. Was T. „Gröfse der Fehler in %" nennt, sind Zahlen, die mit zunehmendem Zeitintervall abnehmen, wahrscheinlich soll es bedeuten „Procentsatz der richtigen Fälle". Danach würde bis über eine Minute das Gedächtnifs für Druck- bezw. Muskelempfindungen ziemlich gut sein und nur langsam abnehmen; erst nach vier Minuten hört jede Genauigkeit auf. Die Procentzahlen sind bei den Versuchen über „passiven Muskelsinn" und denen über „activen" (bei welchen nur halb so grofse Reizdifferenzen benutzt werden), ziemlich gleich.

4. Schneider studirte das Gedächtnifs für active Bewegungen. (Referirt in Bd. VIII *dieser Zeitschr.* S. 308) Die Hand machte zunächst eine Beugebewegung, bis sie an ein Hindernifs stiefs, und suchte dann eine gleich grofse Bewegung spontan nachzumachen. Der mittlere Fehler (ca. 1/33) hält sich die ersten 4 Minuten ziemlich constant, hat bei zwei Minuten eine besondere Kleinheit und erreicht erst bei 10—15 Minuten eine bedeutende Gröfse. — Die Versuche, auf welche v. T. gerade sehr viel Werth legt, scheinen mir an dem Fehler zu leiden, dafs die beiden zu vergleichenden Bewegungen doch recht verschiedenartig psychisch constituirt sind; die erste wird mitten im Impuls unerwartet unterbrochen, die zweite ist von vorn herein zielbewufst. auf eine bestimmte Elongation eingestellt. Es wäre doch sehr wohl möglich, die eine oder die andere Bewegungsform durchgehends anzuwenden; wählt man die erstere, so hat die Methode der r. u. f. F. Platz zu greifen; wählt man die letztere, so mufs die Versuchsperson jedes Mal die Normalgröfse selbst schaffen und diese dann zu wiederholen suchen.

5. Saborski; Gedächtnifs für Helligkeitsunterschiede. Die jedes Mal angewandten Helligkeitsverhältnisse betrugen bei zwei Versuchspersonen 79 : 80, bei einer 99 : 100. Die Zahl der richtigen Fälle beträgt bei Zeitintervallen von 1—40" etwa 75%, hält sich bis zu 7 Minuten um 70% und beginnt dann erst stark abzunehmen. Auffallend sind die geringen individuellen Differenzen.

5. v. Tschisch. Gedächtnifs für Schallstärke. Die Versuche wurden mit Schallkugeln an zwei Gesunden und zwei Geisteskranken (einem Schwachsinnigen und einem Alkoholiker) angestellt. Zunächst ist bei Allen die Zahl der richtigen Fälle ein wenig überwiegend. Die Zahl der falschen Fälle wird denen der richtigen gleich: für die gesunden Personen bei 10 bis 14 Minuten, für die Geisteskranken schon bei 3 oder 4 Minuten. Ob daraus der Schlufs berechtigt ist, „dafs bei intelligenten Personen das Gedächtnifs bis 10 und sogar noch mehr Minuten die Intensität einer Tonwahrnehmung bewahrt, in dem gleichen Maafse wie unmittelbar nach der Wahrnehmung", scheint mir noch sehr zweifelhaft; ein richtiges Gleichheits- oder Verschiedenheitsurtheil kann ebenso wohl durch mehr gefühlsmäfsige Momente, wie durch wirkliches Behalten der früheren Schallstärke zu Stande kommen. — Die Beurtheilung war leichter, wenn der erstere Ton der schwächere war.

6. Hirschberg untersuchte das Gedächtnifs für Tonhöhen. Er verwandte bei zwei musikalischen Personen Töne von 4 Schwingungen Differenz, bei zwei unmusikalischen und einer geisteskranken Person Töne von 8 Schwingungen Differenz. Die Procentzahl der falschen Urtheile steigt mit der Zeit langsam aber stetig. Deutlich differenzirten sich Musikalische und Unmusikalische; während die gleiche Zahl der richtigen und falschen Urtheile bei Letzteren schon nach Zeitintervallen von 1—2 Minuten erreicht ist, überwiegen bei jenen noch nach 8, ja 15 Minuten die richtigen Fälle.

Die Reihenfolge der Gedächtnisse nach ihrer Güte, vom schlechtesten angefangen, ist: Raumsinn der Haut, Ortssinn, Drucksinn, Muskelsinn, active Bewegungen, höhere Sinnesorgane. Je einfacher die Eindrücke, desto rascher werden sie vergessen. — v. T. meint, der Augenblick, in welchem das Gedächtnifs für die Intensität verloren gehe, sei identisch mit demjenigen, in welchem die Wahrnehmungen in Vorstellungen umgewandelt werden — eine Identification, über die sich noch sehr streiten läfst.

Leider sind die Ausführungen v. T.'s im Congrefsbericht durch zahlreiche Druckfehler entstellt, die zum Theil das Verständnifs der Tabellen sehr erschweren. Ich will hier nur einige der störendsten vermerken: S. 98 mufs in der Tabelle die erste Personenbezeichnung W statt R heifsen. — S. 103 in der Tabelle hinter dem Wort Intervalle lies 1" statt 1'. — S. 103 Zeile 12 von unten lies 12—15' statt 12—15". — Ein wahrer Hexensabbath von Irrthümern hat sich in die Personenbezeichnungen auf S. 105 eingeschlichen. Zeile 8 von oben lies: M statt H., in der Tabelle müssen die vier Buchstaben der ersten senkrechten Rubrik R, M, L, J (statt P, M, A, J) lauten. W. Stern (Breslau).

N. Vaschide. **Recherches expérimentales sur la mémoire des lignes.** (En collaboration avec M. Ferrari.) III. intern. Congr. f. Psychol., S. 454—456.

Linien verschiedener Länge (zwischen 2 und 40 mm) wurden vorgelegt; Aufgabe war, sie richtig wiederzuerkennen oder zu zeichnen. Von den (allerdings nur an einer Person gewonnenen) Resultaten seien die folgenden erwähnt. Das Liniengedächtnifs beruht auf einer Vergleichung mit Längenvorstellungen, die man sich von gewissen Maafsen gebildet hat. — Die kleinsten Linien werden am besten reproducirt, doch besteht eine Tendenz zur Verkürzung; bei den langen und längsten werden die (absolut oder relativ?) gröfsten Irrthümer begangen. — Zerstreuung begünstigt das Behalten; concentrirte Aufmerksamkeit begünstigt die Urtheilsthätigkeit und führt zum Gebrauch künstlicher Hülfsmittel. — Alkoholgenufs bewirkt eine Tendenz zur Verlängerung der kurzen und zur Verkürzung der langen Linien (also umgekehrt wie im Normalzustand).

W. Stern (Breslau).

Jules Courtier. **Communication sur la mémoire musicale.** III. intern. Congr. f. Psychol., S. 238—241.

C. bringt eine grofse Reihe von Thatsachen, die er theils aus Beobachtungen und Fragen, theils aus Experimenten gewonnen hat, und welche vor Allem zeigen, wie ungeheuer individuell differenzirt das musikalische Gedächtnifs ist. Betreffs der Art, wie sich das auditive Gedächtnifs mit dem visuellen, motorischen, verbalen und emotionellen Gedächtnifs asso-

ciirt, vermag er nicht weniger als 9 Typen aufzustellen. Rein motorische musikalische Typen (Stricker) giebt es nicht. Der specielle Berufsstand des Musikers ist nicht von zwingendem Einflufs auf die Art der Association. Die Gedächtnisse für Töne, Rhythmen, Intervalle gehen durchaus nicht immer parallel. Dies nur einige der Resultate.

Bemerkenswerth für die Typenlehre sind die Ausführungen Bourdon's in der Discussion. Er vermifst — und mit Recht — bisher genügende Kriterien, um den motorischen Gedächtnifstypus vom auditiven zu unterscheiden. Die blofse Versicherung der Versuchsperson genügt wahrlich nicht. Er schlägt folgende, wie mir scheint, recht brauchbare Kriterien vor: 1. Man ist motorisch, wenn man sich activ sprechen oder singen fühlt, sobald man sich gesprochene oder gesungene Worte vorstellt; hört man dagegen gleichsam eine Stimme in sich oder aufser sich sprechen, so ist man wahrscheinlich auditiv. 2. Man ist auditiv, wenn man sich deutlich die Klangfarbe vorstellt; in der That ist die Klangfarbe das einzige Phänomen der Sprache oder des Gesanges, welche bei dem Sprechenden oder Singenden von keiner Empfindung der Bewegung begleitet ist.

W. Stern (Breslau).

G. Wolff. **Zur Psychologie des Erkennens. Eine biologische Studie.** Leipzig, Engelmann, 1897. 34 S.

Wolff giebt eine kurze Skizze der Kant'schen Theorie der Erfahrung und betont dabei hauptsächlich Kant's Schlufs von der Apriorität auf die Idealität der Anschauungsformen, vertritt aber mit Trendelenburg die Ansicht, dafs zwar die Vorstellung des Raumes apriorischen Ursprungs sei, der Raum selbst aber reale Bedeutung habe. Auch die Zeit und die Kategorien sollen neben ihrer apriorisch-subjectiven eine real-objective Bedeutung haben.

Ohne einen Beweis für diese Ansicht erbringen zu wollen oder auch nur für möglich zu halten, legt Wolff hauptsächlich darauf Werth, dafs sie sich der allenthalben bestehenden Harmonie zwischen Organismus und Aufsenwelt aufs beste einordnet. Ein Organismus ist ein Körper, der die Fähigkeit hat, Verhältnisse seiner Umgebung zu seiner eigenen Erhaltung auszunutzen; er ist also in zweckmäfsiger Weise an die Aufsenwelt angepafst. Dieses zweckmäfsige Angepafstsein des Organismus an die Aufsenwelt soll sich auch auf die dem Organismus zugehörigen Anschauungs- und Denkformen erstrecken; diesen apriorischen Formen sollen Daseinsformen der Wirklichkeit entsprechen. Karl Marbe (Würzburg).

H. Gutzmann. **Die Sprache des Kindes und der Naturvölker.** III. intern. Congr. f. Psychol., S. 434—435.

G. sucht eine Reihe von Parallelen zwischen der Ontogenese und Phylogenese der Sprache aufzustellen. Die phonetische Sprachentwickelung zerfällt nach ihm in drei Perioden: die Periode des Schreies (nur Unlustäufserung), die Periode des Ergötzens an der Lauthervorbringung, die Periode der Nachahmung der Umgebungssprachlaute. — Inwieweit für diese beim Kinde beobachtete Periodenbildung der Versuch einer Parallelisirung gemacht wird, geht aus dem Bericht nicht hervor. Wie mir scheint, wären wir für die Sprache der Naturvölker hier lediglich auf Rückschlüsse

angewiesen; denn daſs es unter den uns bekannten Natursprachen solche geben sollte, welche auf dem Standpunkt der ersten oder zweiten Periode stehen, halte ich für sehr unwahrscheinlich; ja ich möchte fast glauben, daſs es in der menschlichen phylogenetischen Sprachentwickelung überhaupt niemals eine solche Phase gegeben hat. Jede Menschensprache, auch die roheste und rudimentärste, umfaſst schon alle drei Perioden — vielleicht daſs sich in den Thiersprachen jene niederen Entwickelungsstufen wiederfinden lieſsen.

In anderen Punkten ist die Parallelisirung durchzuführen. Die Laute des dritten Articulationssystems (Gaumenlaute) treten beim Kinde erst spät auf und fehlen bei manchen Naturvölkern; andererseits hat das Kind, wie auch der Naturmensch, einige Laute, z. B. Schnalztöne, die in den Cultursprachen fehlen.

Noch zahlreichere Analogien zeigen Sprach*form* und Sprach*inhalt* bei Kindern und Naturvölkern; bei beiden findet sich nach G.: ein sehr geringer Wortschatz, die Echosprache, eine gleiche Art des Zählens und Erzählens, das Fehlen von Sammelnamen.

Ein vergleichendes Studium von Kindessprache und Natursprachen wird, des sind wir sicher, für Psychologie und Linguistik reichste Ausbeute liefern. Nur muſs man sich vor allzuweit gehenden Analogieschlüssen hüten und darf nie vergessen, daſs ein für die sprachliche Ontogenese sehr wichtiges Moment in der Phylogenese völlig fehlt; nämlich die fortwährende Beeinflussung durch eine Sprache, welche auf einer weit höheren Stufe der Entwickelung steht. W. Stern (Breslau.)

Max Friedmann. **Ueber die Entwickelung des Urtheils bei Naturvölkern.** III. intern. Congr. f. Psychol., S. 432—434.

Vortragender vermiſst — mit Recht — in fast allen neueren Arbeiten zur „Völkerpsychologie" die eigentliche psychologische Analyse. Die Frage z. B., „ob die formalen Processe des Denkens bei Naturvölkern die gleichen wie die unsrigen seien, m. a. W. ob unsere Denkformen eine Entwickelung und Veränderung im Laufe der Zeiten erlitten haben", ist nur selten gestellt worden und doch von gröſster Wichtigkeit, namentlich da dann die Vergleichung mit der individuellen Entwickelung der Denkformen im Einzelmenschen möglich wird.

F. stellt nun eine Reihe von Leitsätzen auf, welche die Beschaffenheit des reflectirenden Denkens im Naturmenschen festlegen sollen; dieselben beziehen sich auf das Vorherrschen des Analogieschlusses, die Schwierigkeit, Analogie und Identität zu trennen, die Schwierigkeit und Kritiklosigkeit der Abstraction, die Spärlichkeit der Begriffsbildungen. (Ref. darf wohl erwähnen, daſs der gröſste Theil dieser Eigenthümlichkeiten des naiven Denkens in seinem Buch „Die Analogie im volksthümlichen Denken" ausführlich geschildert und der psychologischen Analyse unterzogen worden ist.) W. Stern (Breslau.)

J. Royce. **The Psychology of Invention.** *Psychological Review* 5 (2), 113—144. 1898.

Jastrow. **The Psychology of Invention.** *Ebda.* (3), 307—309.

Um etwas eine Erfindung zu nennen, pflegt man davon *Wichtigkeit* und *Neuheit* zu verlangen. Aber dies sind relative Begriffe. Von

der Wichtigkeit kann zwar der Psychologe absehen; sie schlägt nicht in sein Fach. Aber die Forderung der Neuheit muſs er in jedem Falle berücksichtigen, wenn er über die Psychologie des Erfindens eine Untersuchung anstellen will. Nun kann etwas neu sein entweder nur für das hervorbringende Individuum oder für die menschliche Gesellschaft überhaupt. In beiden Fällen wird man es als eine Erfindung ansehen müssen.

Erfindungen sind unabhängige Variationen der Gewohnheiten des Individuums. Nun kann man fragen, unter welchen Bedingungen finden wir im Individuum eine Tendenz, seine Gewohnheiten überhaupt zu ändern? und zweitens, unter welchen Bedingungen eine Tendenz, originell zu sein?

Unsere Gewohnheiten sind mehr der Form als dem Inhalte nach bestimmt. Der Gebrauch unserer Muttersprache z. B. besteht nicht in der Wiederholung bereits früher gebrauchter Sätze, sondern in der Herstellung derselben Satzformen. Inhaltliche Aenderungen unserer Gewohnheiten sind daher ganz gewöhnlich. Im Uebrigen rufen die verschiedenen Lagen, in denen wir unsere Gewohnheiten zur Anwendung bringen, eine Aenderung derselben hervor, indem das Nützliche verstärkt, das Unnütze abgeschwächt wird. Aber alle so entwickelten Neuheiten erhalten von uns nicht den Namen Erfindungen.

Je unabhängiger von der socialen Gemeinschaft das Individuum ist, um so eher bringt es Erfindungen hervor. Die Zeiten des Individualismus, z. B. die Renaissance, waren auch die Zeiten vieler Erfindungen. Das Vorkommen einzelner Genies kann man jedoch nicht nach diesem Gesetz erklären, wohl aber die durchschnittliche Erfindsamkeit.

Royce berichtet dann über einige interressante Versuche, die er gemacht hat. Er lieſs zunächst eine Reihe einfacher Figuren, die keinem Object gleichen sollten, nach freiem Belieben hinzeichnen; in einer zweiten Reihe wurde dasselbe wiederholt, aber mit Vorzeigung von Figuren, denen die Zeichnungen so unähnlich wie möglich gemacht werden sollten. Es zeigte sich, daſs im ersten Falle ziemlich einfache Curven gezeichnet wurden, während im zweiten Falle, wo eine dem vorgezeigten Umriſs möglichst unähnliche Figur zu zeichnen war, eine verhältniſsmäſsig reiche Entwickelung der Formen zu beobachten war, also eine bei weitem gröſsere Erfindsamkeit sich geltend machte.

Es ist merkwürdig, daſs die Bedingung des zweiten Falls als Stimulus wirkt. Die Figuren des ersten Falls waren ja in Wirklichkeit den später vorgezeigten Umrissen nicht weniger unähnlich, als die im zweiten Fall gezeichneten!

Es zeigten sich sehr auffallend interessante individuelle Unterschiede. Z. B. kam es auch einmal vor, daſs die im zweiten Fall gezeichneten Figuren einfacher waren. Die Versuchsperson gab an, durch die vorgezeigten Figuren gestört worden zu sein.

Zu dem von Royce erörterten Thema macht Jastrow einige Bemerkungen. Bei hoch entwickelten Rassen sind wahrscheinlich Personen von specieller und ungewöhnlicher Begabung viel häufiger als bei Rassen auf niedriger Culturstufe. Er betont ferner, daſs das Genie nicht nur eine ungewöhnliche, sondern gleichzeitig eine wünschenswerthe Variation darstellt.

Max Meyer (London).

R. Eisler. **Ueber Ursprung und Wesen des Glaubens an die Existenz der Aufsenwelt.** *Vierteljahrsschrift f. wissenschaftl. Philosophie* 22 (4), 408—426. 1898.

Es fragt sich zunächst, was die Nichtphilosophen unter „wahrnehmen" verstehen. Wahrnehmen heifst: „zu dem Wahrgenommenen in einer Beziehung stehen, die ihre besondere Färbung durch gewisse Spannungsempfindungen erhalten kann, und mit der sich auch Zustände des Schmerzes, der Lust und Unlust verknüpfen". Dabei werden wir uns für gewöhnlich unseres Wahrnehmens nicht bewufst. Das ist Sache der Reflexion. Wir treffen nur Qualitäten an: roth, warm u. s. w., und da wir überzeugt sind, dafs wir sie nicht erst durch das Wahrnehmen erzeugen, so glauben wir an eine unabhängige Existenz dieser Qualitäten. Wir bezeichnen Qualitäten als Empfindungen, sofern sie als Theilinhalte eines Gegenstandes auftreten, als Wahrnehmungen dagegen, sofern die Aufmerksamkeit sie in ihrer Besonderheit zum Gegenstande hat. Dinge sind Qualitätencomplexe. Jedoch nehmen wir nicht zuerst die einzelnen Qualitäten wahr und verknüpfen sie zu einer Einheit, sondern das im Bewufstsein primär Auftretende ist die Einheit. Von den Theilinhalten bildet das räumlich geformte Farben- und Tastbild den „Grundstock" des Gegenstandes, sie vertreten die Gegenstände und bilden den constantesten Theil derselben, dies um so mehr, wenn sie bei normaler Beleuchtung wahrgenommen werden. Das Raumbild nehmen wir deswegen als Vertreter, weil andere Qualitäten aus der Erinnerung mit ihm rasch und innig verschmelzen. So ruft das Gesichtsbild z. B. das Tastbild hervor. Umgekehrt reproducirt die einzelne, isolirte Wahrnehmung einer Qualität den Gesammtcomplex, zu dem sie gehört. Insofern werden unsere Empfindungen „Zeichen", „Symbole" für Gegenstände. Für das Festhalten der Identität eines Dinges zu verschiedenen Zeiten ist jedoch noch nöthig, dafs wir die Einheit und Identität unseres Selbstbewufstseins, unseres Ich der Beurtheilung der Aufsenwelt zu Grunde legen. „Wir verlegen den stetig zu verfolgenden Zusammenhang unseres Seins in die Aufsenwelt, da wo sie durch ihr constantes Vorgefundenwerden von uns und Anderen gewissermaafsen herausfordert."

Die Eigenschaften sind ferner nicht nur unterscheidende Merkmale der Dinge, sondern sie gelten uns auch als Ausflüsse, Bethätigungsweisen der Dinge. Die Gegenstände sind uns Wesen, von denen Wirkungen ausgehen, sie haben den Werth von Kräften. „Der Kraftbegriff hat seinen Ursprung in der Fähigkeit des Individuums, eine Willenstendenz auch Hindernissen gegenüber zu realisiren." Wir legen unsere Einheit, Identität, unser Wirkenkönnen in das Aufsending und stempeln es dadurch zum Gegen-Ich. Es widersteht und hemmt uns. Indem wir also dadurch unsere Umgebung mit einem Factor bereichern, den wir nicht vorfinden, setzen wir ein Transcendentes. „Aufsendinge sind die um einen transcendenten Factor vermehrten Inhalte der Wahrnehmung selbst." „Die Dinge sind so wahr, wie wir selbst sind." „Die Wahrnehmung reproducirt demgemäfs die Vorstellung unserer eigenen (primitiven) Ichheit, unserer Kraft, unseres Wollens, und diese Vorstellung verschmilzt mit der Wahrnehmung zu einer solchen Einheit, dafs wir die Thätigkeit in dem Dinge unmittelbar zu sehen und zu fühlen glauben." Die Dinge sind Reflexe unseres eigenen Seins, während wir uns selbst als etwas Perennirendes auffassen.

Die Wahrnehmungsinhalte haben relative Wirklichkeit, es sind keine Täuschungen, sondern Eigenschaften von übergeordneten Trägern. Dagegen ist der hinzutretende transcendente Factor absolut real; er besteht auch ohne unser Wahrnehmen fort. Eisler glaubt durch diese Darstellung dem Solipsismus zu entgehen.

Dasselbe Thema behandelt:

G. de Craene. **La croyance au monde extérieur.** *Rev. néo-scolastique* 5 (4), 410—428. Nov. 1898.

Ich erhalte keine Kenntnifs von einem Körper dadurch, dafs ich von ihm ein „hallucinatorisches Phantom" besitze, sondern ich mufs zu ihm in Beziehung treten und urtheilen, dafs er dies oder jenes ist. Die Realität hat ihre Wurzel nicht in der einfachen Idee, sondern in dem Urtheil, welches folgt. Dies soll die vorliegende Abhandlung zeigen.

Körper sind Complexe von Empfindungsmöglichkeiten bezw. Empfindungsnothwendigkeiten. Diese Möglichkeiten und Nothwendigkeiten existiren unabhängig von uns, ihre Permanenz ist nach Mill und Taine der Grund der Annahme der Substantiellen. Es fragt sich, ob es noch etwas Dauerhafteres als Reihen von Empfindungen giebt. Taine macht auf die Anthropomorphismen aufmerksam, in denen namentlich der Urmensch Bedeutendes leistete. Beim Culturmenschen sind sie mehr und mehr verschwunden. Trotzdem haben auch wir uns gewöhnt, die Geschichte der Körper vom Standpunkte unserer eigenen Lebensgeschichte zu betrachten. Indem wir von allen Anthropomorphismen dem Körper noch die Bewegung gelassen haben, ertheilen wir ihm dieselbe Realität, welche wir selbst besitzen. Wir sind aber noch einen Schritt weiter gegangen. Da wir zu abstrahiren verstehen, so vermögen wir unsere Auffassung der Natur von ihrem subjectiven Charakter zu befreien, welche sie durch die Beziehung auf unsere Ereignisse erhält, und wir können die Körper definiren durch Beziehung der an ihnen statthabenden Ereignisse auf einander. Bisher bezeichneten wir mit fest das, was in uns die Empfindung des Widerstandes erzeugte, jetzt nennen wir fest das, was das Stillestehen eines in Bewegung begriffenen Körpers hervorruft. Bisher vergegenwärtigten wir uns die Linien, Oberflächen und festen Körper durch Gruppen von Bewegungs-, Berührungs- und Widerstandsempfindungen; jetzt definiren wir die Linie, die Fläche und den Körper bezw. durch die Bewegung eines Punkts, einer Linie und einer Fläche. Bisher taxirten wir die Kraft durch die Gröfse unserer Empfindungsanstrengung; jetzt messen wir sie durch die Geschwindigkeit der Bewegung, welche sie einer gegebenen Masse ertheilt oder durch die Gröfse der Masse, welcher sie eine Bewegung von gegebener Geschwindigkeit ertheilt. Wir fassen also von jetzt an den Körper als eine Kraft, als ein „bewegendes Bewegliches" auf, in welchem Geschwindigkeit und Masse gleichgeltende Gesichtspunkte sind. Auf Bewegungsphänomene aber können alle Phänomene zurückgeführt werden.

Aus dem Gesagten erhellt, dafs es lauter Empfindungen sind, welche in uns ebenso wie beim Thier die Idee von Körpern erzeugen, und welche beim Menschen durch verbale Bezeichnungen zu Complexen zusammengefafst werden. Wir bedürfen also immer bestimmter äufserer Eindrücke,

bevor wir urtheilen können, dafs der Körper dies oder jenes sei. Darin liegt nach DE CRAENE der Grund des Glaubens an eine äufsere Welt. —

Vergleichen wir beide Abhandlungen mit einander, so sehen wir, dafs beide im Allgemeinen mit demselben Gedankenmaterial operiren. Nur legt bei der Beantwortung der obigen Frage DE CRAENE den Nachdruck mehr auf die Abhängigkeit unserer urtheilenden Thätigkeit, EISLER auf die Abhängigkeit unserer Willensthätigkeit von der Aufsenwelt. Von beiden Kriterien ist meiner Ansicht nach das von EISLER das ursprünglichere, schon in den frühesten Stadien des Thierischen vorbereitete und deshalb fester begründete. Diese Vorbereitung reicht wohl bis zu den Rhizopodenthierchen, bei denen die in fortwährendem Ausstrahlen und Einziehen von Plasmafäden sich kundgebende Willensthätigkeit in den erreichbaren Substanzen erwünschte Reizkräfte findet, welche die Lebensbethätigung dieser Thiere immer von Neuem anfachen und aufrecht erhalten. Dagegen kommt das DE CRAENE'sche Kriterium mehr bei höher entwickelten Individuen zur Geltung, bei denen das unmittelbare Austauschen von Wirkungen mit der Aufsenwelt behufs Erkennens der jeweiligen Verhältnisse in der Mehrzahl der Fälle unnöthig gemacht wird durch Experimentiren innerhalb des durch die Erfahrung gesammelten Vorstellungsschatzes. Sehr richtig macht EISLER darauf aufmerksam, dafs es eigentlich unrichtig sei, die Körper als „Wahrnehmungsmöglichkeiten" zu bezeichnen, da dies nur der Ausdruck der Erwartung sei, ein Prädicat, nicht ein Ding, sofern die Erwartung die Wahrnehmung oder „logische Erschliefsung" schon voraussetze.

GIESSLER (Erfurt).

H. NICHOLS. **The Psycho-Motor Problem.** *American Journal of Insanity* 54 (1), 59—80. 1897.

Unter diesem Titel publicirt Verf. einen der sechs Vorträge über die Psychologie und ihre gegenwärtige Lage, die er im Jahre 1896 an der JOHN HOPKINS' University in March gehalten hat. Er will untersuchen, welcher geistige Zustand der corticalen Entladung entspricht, die stattfindet, wenn der Mensch eine Bewegung ausführt. Die Ansichten von DESCARTES, WUNDT und JAMES über den Willen werden in grofsen Zügen klargelegt und discutirt. NICHOLS selbst formulirt seine Ansichten in vielfachem Anschlufs an JAMES. Er gelangt zu dem Resultat, dafs alle Empfindungen und geistigen Zustände Bewegungen associiren können und also „motorisch" sind. Wie nach JAMES für das Auftreten einer bestimmten Vorstellung *b* nicht eine vorhergehende Vorstellung *a* in Betracht kommt, sondern vielmehr der ganze der Vorstellung *b* zeitlich vorangehende geistige Zustand, so soll das Auftreten einer bestimmten Bewegung nach NICHOLS durch den ganzen ihr vorhergehenden Zustand des Subjects bedingt sein.

KARL MARBE (Würzburg).

FR. SCHULTZE. **Lehrbuch der Nervenkrankheiten.** Zwei Bände. I. Band erschienen in: *Bibliothek des Arztes.* Stuttgart, Ferdinand Enke, 1898. 386 S.

Der Bonner Kliniker, dessen Lieblingsgebiet gerade die Lehre von den Nervenkrankheiten ist, wendet sich in diesem Lehrbuche vorwiegend an den wissenschaftlich gebildeten Praktiker und an den werdenden Arzt.

Vorläufig ist nur der erste Band erschienen, der die destructiven Erkrankungen des peripheren Nervensystems, des Sympathicus, des Rückenmarks und seiner Häute behandelt. Es liegt in der Natur der Sache, wenn hierbei nur selten und mehr nebenbei Fragen berührt werden, die sich an dieser Stelle zu einem Referate eignen. Das wird eher zu erwarten sein von dem zweiten Bande des Lehrbuchs, der sich mit den Erkrankungen des Gehirns und seiner Häute zu beschäftigen haben wird. Mit um so gröfserer Spannung kann man dessen Erscheinen entgegen sehen, als Verf. in dem vorliegenden Theile mit der ihm eigenen Kritik in einer klaren, einfachen Darstellung die einschlägigen Fragen erörtert. Den Interessenten sei das Buch angelegentlichst empfohlen. E. Schultze (Bonn).

Finzi. **Breve Compendio di Psichiatria (Kurzes Compendium der Psychiatrie).** Manuali Hoepli, 1899. Ulrico Hoepli, Milano. 222 S.

Wenn die strebsame Verlagsbuchhandlung Ulrico Hoepli in Mailand mit allen ihren Manualen, deren sie bisher an die 600 über alle Zweige des Wissens veröffentlichte, dasselbe Glück hat, wie mit dem vorliegenden, dann wird man ihre Findigkeit anstaunen müssen, denn das vorliegende kurze Compendium der Psychiatrie ist wirklich gut.

Es war gewifs nicht leicht, den ganzen Umfang der psychiatrischen Wissenschaft auf die enge Form von 214 Seiten zusammen zu pressen, ohne der Gefahr einer oberflächlichen Zusammenstellung zu unterliegen, und wenn der Zweck des Buches auch eine eigentlich originale Behandlung ausschlofs, so ist es dem Verf. dennoch gelungen, sie zu einer ebenso interessanten wie belehrenden zu gestalten.

Was wir ihm als Italiener besonders hoch anzurechnen haben, ist, dafs er sich von jeder allzu ausgesprochenen Parteinahme an den Tagesfragen fern gehalten, und zumal den deutschen Ansichten und der deutschen Literatur reiche Rechnung trägt. Dafs er der Eintheilung nicht die Aetiologie sondern die Prognose zu Grunde legt, soll ihm bei der Schwierigkeit einer einheitlichen Eintheilung überhaupt, nicht als Fehler angerechnet werden. Zudem theilt er dies mit anderen Meistern des Faches.

Die Beschreibung der einzelnen Krankheitsformen ist klar und verständlich, und so ist das ganze Buch, das ähnlichen kurzen Compendien dreist als ein Muster vorgehalten werden darf. Pelman.

P. J. Moebius. **Vermischte Aufsätze.** (5. Heft der *Neurologischen Beiträge.*) Leipzig, J. A. Barth, 1898. 173 S.

Moebius hat dem 4. Hefte seiner Neurologischen Beiträge noch ein fünftes nachfolgen lassen, das eine Anzahl von vermischten Aufsätzen enthält, von denen uns hauptsächlich die unter III aufgeführten interessiren, da sie über die Behandlung von Nervenkranken und die Errichtung von Nervenheilstätten handeln. Die Vorzüge seiner Darstellung kommen hier voll und ganz zur Geltung. Scharf und präcis, in kurzen knappen Sätzen und mit eherner Logik führt er seine Gedanken aus.

„Seit 20 Jahren behandele ich Nervenkranke und sinne darüber nach, wie ihnen zu helfen sei," und da das Verhüten der Nervenleiden nun einmal unmöglich sei, so bleibe nur das Heilen. In schönen, tiefempfundenen

Worten geht er auf das Wesen der Nervenkrankheiten ein und auf die Mittel, die uns zu ihrer Heilung zu Gebote stehen.

Zu ihrer Entstehung benöthigt es bekanntlich der erblichen Anlage und der persönlichen Erlebnisse. Je mehr die erstere hervortritt, eines um so geringeren Anlasses bedarf es zur Auslösung einer Geistesstörung, und bei geringer Anlage können umgekehrt schon recht beträchtliche Eingriffe ohne besondere Schädigung ertragen werden.

Zweifellos können Religion und Kunst, Wissenschaft und Freundschaft manches Gute und Erfreuliche leisten.

Aber die Religion kann am Ende nur dort ihre Wirksamkeit entfalten, wo sie vorhanden ist, und das ist selten genug, die Kunst ist mehr Genufs als Heilmittel, und was kann der Arzt bei Wissenschaft und Freundschaft thun? Auch die Suggestion, das moderne Allheilmittel, das Moebius treffend als eine Heilung hinten herum bezeichnet, ohne Wissen des Kranken, ist entweder Täuschung des Kranken oder Selbsttäuschung des Arztes, und nur die Wahrheit dauert an. Anders verhält es sich mit der Arbeit, sofern es darauf hinausläuft, die falsche Thätigkeit durch richtige Thätigkeit zu ersetzten. „Keine Ueberanstrengung, kein Faulenzen, kein Firlefanz, keine Ausschweifung, keine unvernünftige Aufregung."

Auf die specielle Art der Arbeit kommt es dabei weniger an. Jede Thätigkeit, durch die Einer gesunder, leistungsfähiger, reifer und besser wird, ist nützlich. Aber auch dies nur dann, wenn sie richtig überwacht und geleitet wird, und das kann aus natürlichen Gründen nur in besonderen Anstalten, in Nervenheilanstalten geschehen.

Das ist Alles so einfach, so klar und zweifelohne, dafs man dem Verf. erwidern wird: ja, lieber Freund, das können wir uns schon von allein sagen, dazu brauchen wir dich gar nicht, und solcher Anstalten giebt es die Hülle und die Fülle. Auch das ist richtig und nur das Eine daran mangelhaft, dafs die vorhandenen Nervenheilanstalten auf die oberen Zehntausend berechnet und für den Geldbeutel des kleinen Mannes unerreichbar sind. Aber auch der kleine Mann kann nervenleidend werden, und gerade für ihn, für das leidende Volk tritt Moebius mit seiner Forderung ein, er will Nervenanstalten für die geringen Leute, die eben so krank wie jene, aber nicht in gleichem Maafse bemittelt sind.

Wer soll für die Kosten aufkommen? Von den drei hier in Betracht kommenden Factoren, Staat, öffentliche Wohlthätigkeit und Genossenschaften, kommen eigentlich nur die letzteren in Betracht.

Der Staat kann nicht, und die öffentliche Mildthätigkeit ist zur Zeit fast ganz und gar nach einer anderen Seite hin in Anspruch genommen. Der Eifer für Lungenheilstätten beherrscht den Markt und läfst für andere Bestrebungen keinen Raum, und wären sie noch so berechtigt.

Die Mode ist nun einmal ebenso allmächtig wie thöricht, und dem Einzelnen deshalb einen Vorwurf zu machen, wäre verkehrt.

Wie die Anstalt ausschauen wird, wo und wie man sie errichten, leiten und halten soll, alles dies mufs man im Originale nachsehen. Moebius fafst zum Schlusse den Hauptinhalt seines Aufsatzes in folgenden drei Thesen zusammen:

I. Die Hauptsache bei der Behandlung von Nervenkranken ist die Regelung der Thätigkeit: Ausschaltung falscher, schädlicher oder nutzloser Thätigkeit, Anleitung zu guter Arbeit, die in rechter Weise mit Ruhe wechselt.

II. Vielfach ist es zeitweise nöthig, den Kranken aus seinen gewöhnlichen Verhältnissen zu entfernen. In solchen Fällen ist der Eintritt in eine Nervenheilanstalt das Richtige. In der Anstalt sollen zwar alle vertrauenswerthen Heilmittel angewendet werden, aber auch hier mufs die Lebensführung, d. h. die Anleitung zu rechter Arbeit und zu rechter Ruhe den Kern der Behandlung bilden. Jede Nervenheilanstalt sollte in diesem Sinne verwaltet werden und sollte den Kranken die Möglichkeit nützlicher Arbeit bieten.

III. Der Eintritt in die Heilanstalt mufs auch Minderbemittelten möglich gemacht werden. Dies und die genügend lange Dauer des Aufenthaltes kann man erreichen, wenn Anstalten mit niedrigen Preisen und mit Freistellen entstehen. Solche Anstalten aber können entweder durch Genossenschaften oder auf Grund öffentlicher Sammlungen, bezw. der Zeichnung von Antheilscheinen gegründet werden.

Der Aufruf von Moebius hat seinen Zweck nicht verfehlt, und es wird ihm selber der höchste Lohn sein, dafs seine Worte gezündet und zu einer Freigebigkeit angeregt haben, die das Zustandekommen einer Heilstätte bei Berlin sichert.

Eine Reihe von anderen Aufsätzen bezieht sich auf den Kampf gegen den Alkohol, die Tuberkulose und andere Krankheiten. Ueberall erweist sich Moebius als ein Dolmetscher, der die medicinische Wissenschaft dem grofsen Publikum zugänglich macht, und zwar in einer Sprache und mit einem Geiste, der seinen Ausführungen auch die Zustimmung seiner Fachgenossen einträgt, mag er nun von der Nervosität oder vom Alkoholismus, von der Tuberkulose oder Syphilis reden, überall ist er der Anwalt des natürlichen Menschenverstandes, frisch, geistreich und tiefempfunden.

Ob ihm sein Aufsatz über die Veredelung des Menschengeschlechtes den Beifall des emancipationslustigen Theiles der Frauenwelt eintragen wird, möchte ich bezweifeln, denn seine Ansichten über die Rolle des Weibes in der menschlichen Gesellschaft, seinen Einflufs auf die Veredelung des Menschengeschlechtes und die Stellung der Frau in der Gesellschaft sind vielleicht richtig, aber sicherlich nicht galant.

Es ist überhaupt von Interesse, zu verfolgen, zu welchen radicalen Vorschlägen ein so milder und offenbar wohlwollender Denker wie Moebius kommt, wenn er den uns von der Natur vorgezeichneten Wegen folgt.

Seine Vorschläge wird man am besten im Originale nachsehen, und ich will hier nur das Eine verrathen, dafs sie eine bedenkliche Aehnlichkeit mit den Vorschriften Schopenhauer's haben, wonach man alle Schurken castriren und alle dummen Gänse ins Kloster sperren solle. Moebius weifs nicht, was man vernünftiger Weise dagegen einwenden könne, obwohl kaum zu erwarten sei, dafs sich die Gesetzgeber bereit fänden, die Castration als Nebenstrafe einzuführen.

Der Schlufs des Buches ist dem Andenken an Charcot und Heinroth gewidmet, und er bringt uns noch manches Bemerkenswerthe. Was Moebius

hier von CHARCOT sagt, dafs er nicht nur Gutes, sondern das Gute auch in einer schönen Form gegeben, kann man in gleicher Weise auf MOEBIUS anwenden.

Ueberall in seinen verschiedenen Aufsätzen tritt uns der Naturforscher entgegen, gleich frei von Vorurtheilen wie von schüchterner Befangenheit, aus seinen Untersuchungen die Consequenzen zu ziehen. — Die Aufsätze werden daher ihren dauernden Werth behalten. PELMAN.

F. RAYMOND et PIERRE JANET. **Névroses et Idées fixes**. *Travaux du laboratoire de Psychologie de la Clinique à la Salpêtrière.* Paris, F. Alcan. 2 Bde. 1898.

Im ersten Bande beschränkt sich JANET darauf, von einigen wenigen Krankheitsfällen eine ausführliche psychologische Analyse zu geben unter Benutzung aller Methoden und Apparate, die das psychologische Laboratorium der Neuzeit benutzen mufs. Fixe Ideen setzen immer eine gewisse geistige Schwäche voraus, namentlich wird die active synthetische Function der Seele gar nicht, oder zu langsam in Thätigkeit gesetzt, die neuen Gefühle und Bilder werden nicht gehörig appercipirt, mit dem bisherigen geistigen Capital verschmolzen, automatische Vorgänge gewinnen die Oberhand. Fast immer handelt es sich um ererbten oder angeborenen Schwachsinn, — seltener um einen erworbenen, etwa nach Typhus.

Im zweiten Band handelt es sich um über 150 Kranke aus der Poliklinik der Salpêtrière. Was hier RAYMOND für psychologisch interessant fand, schickt er in das psychologische Laboratorium zu JANET zu kurzer Untersuchung. Während im ersten Band jeder Fall lange und gründlich beobachtet wird, sieht im zweiten Band JANET jeden Fall nur kurz, 1—2 Mal. Trotzdem bietet die Sammlung so ziemlich Alles aus dem Gebiete der Nervenkrankheiten, auf psychischem und somatischem Gebiete, und zeigt so recht die Bedeutung psychologischer Studien für die Erklärung und oft auch die Behandlung nervöser Krankheiten. Aufser dem Mediciner findet auch der Psychologe sehr viel Interessantes und Anregendes.

UMPFENBACH.

P. J. MOEBIUS. **Ueber das Pathologische bei Goethe**. Leipzig, J. A. Barth, 1898. 208 S.

Ein neues Buch von MOEBIUS bedeutet einen neuen Genufs, gleichviel ob er sein Werk dem engeren Gebiete der Fachwissenschaft entnimmt, oder sich auf den breiteren Bahnen der Kunst bewegt. Auf beiden Pfaden ist er ein zuverlässiger Führer, dem man sich getrost anvertrauen darf, und ich kann nichts Besseres thun, als mich dem Kritiker des „Literarischen Centralblattes“ anzuschliefsen, der das Buch für die inhaltreichste Frucht der Goetheforschung der jüngsten Jahre erklärt. GOETHE habe seine Kenntnisse der pathologischen Geisteszustände durch Beobachtung des allgemeinen Lebens gewonnen. In der klaren Auffassung und der Wiedergabe dieser Verhältnisse liege die Bedeutung des Werkes, das eine Fundgrube des Neuen und Anregenden darbiete.

MOEBIUS geht von der Voraussetzung aus, dafs sich der Dichter nicht nur mit dem normalen, sondern auch mit dem abnormen Menschen beschäftigen müsse, weil der Normalmensch zugleich auch der mittelmäfsige und langweilige sei.

Dies Bedürfnifs nach dem Pathologischen in der Dichtung nehme tagtäglich zu, und wenn auch die Auswüchse Tadel verdienten, so liege der modernen Bestrebung doch ein richtiges Gefühl zu Grunde. Man beginnt eben zu begreifen, dafs ohne das Verständnifs krankhafter Geisteszustände eine zutreffende Beurtheilung menschlicher Zustände und Werke überhaupt unerreichbar sei. Und weil wir bei Goethe das dichterisch erfafste Bild des wirklichen Lebens finden, deshalb sind seine Darstellungen so reich an pathologischen Zügen und an Hinweisen auf das Pathologische. In einer Bemerkung über Schiller spricht sich Goethe geradezu dahin aus, dafs unsere Aesthetik immer enger mit Physiologie, Pathologie und Physik vereinigt werden müsse, um die Bedingungen zu erkennen, welchen einzelne Menschen sowohl als ganze Nationen, die allgemeinsten Weltepochen eben so gut als der heutige Tag unterworfen sind.

Wie Goethe über das Verhältnifs von Geist und Körper dachte, ist schwer zu sagen. Anzunehmen ist, dafs er Psychiker war, d. h. die Entstehung der Geistesstörungen aus psychischen Ursachen herleitete. Der Wahnsinn ist ihm die höchste Stufe der Leidenschaft, Leidenschaft aber macht für den Dichter den wahren Menschen. Was ihn anzieht, sind die problematischen Naturen, und nicht der Normalphilister. Daher stofsen wir auch bei Shakespeare und Goethe auf die meisten pathologischen Figuren, nicht gerade auf Wahnsinnige, sondern mehr auf pathologische Zwischenzustände.

Besafs Goethe Kenntnisse über Geisteskranke?

Aus seinen gelegentlichen Aeufserungen ergiebt sich ein grofser Abscheu vor Irrenanstalten, und dafs er jemals eine solche Anstalt besucht haben sollte, ist bei diesem Abscheu nicht gerade wahrscheinlich.

Moebius unterzieht die beiden Anstalten, deren Besuch noch am wahrscheinlichsten gewesen wäre, Frankfurt a. M. und Jena, einer höchst interessanten historischen Untersuchung.

Nachdem sich Moebius kurz mit den Bezeichnungen auseinandergesetzt hat, die Goethe benutzte — Hypochonder, Wahnsinn, Narrheit — beginnt er mit Werthers Leiden.

Werther war eine pathologische Natur, auf deren Untergrund der Selbstmord schlummerte. Die Leidenschaft löste diese Neigung aus, führte nicht dazu. Werther war leidenschaftlich, weil er abnorm war. „Meine Leidenschaften waren nie weit vom Wahnsinn.“ Darüber war sich Goethe klar. Wir würden Werther jetzt zu den dégénérés superieurs rechnen.

Ihm steht der junge Wahnsinnige gegenüber, der sehr gut nach der Natur portraitirt ist.

In Lila behandelt Goethe den Fall, wie ein Geisteskranker durch Eingehen auf seine Ideen geheilt wird. Er zeichnet dabei in Lila eine Paranoische, obwohl er von Paranoia keine Ahnung haben und folglich auch nicht wissen konnte, dafs sie unheilbar sei. Er führt einen Gedanken von sich aus, dafs man sich durch entschiedene Hinneigung zum Wirklichen aus einer krankhaften Verstimmung befreien könne.

Hier wie noch mehrfach im Verlaufe der Darstellung können wir uns des Eindruckes nicht erwehren, als ob Moebius des Guten etwas zu viel thue. Er legt sein grofses Wissen in die Waagschale der Gedanken und

muthet GOETHE Ideen und Absichten zu, die er allem Vermuthen nach nicht hatte und nicht haben konnte. In die Werkstätte des Genies einzudringen, ist ein schweres Unterfangen, das auch den Scharfsinnigsten zuweilen auf Abwege führen kann.

In Gretchen schildert GOETHE die Verworrenheit, während er bei Orest die Erynnien des alten Euripides in dem modernen Gewande der Gewissensbisse auftreten läfst, und in Orest kaum einen Geisteskranken sieht.

Als er seinen Tasso begann, wufste er von der Geisteskrankheit Tasso's noch nichts. Nachher arbeitete er das Stück um, und daher ist es gekommen, dafs er einen wirklich Geisteskranken auf die Bühne bringt, was nicht ästhetisch ist. An und für sich ist die Schilderung der Paranoia vortrefflich.

Den Wilhelm Meister hat GOETHE vielfach überarbeitet, und daher mag es kommen, dafs die einzelnen Theile nicht recht zusammenstimmen. Zudem ist es mehr eine Bildung der Phantasie, eine poetische Uebertragung als eine Zeichnung nach der Natur. Aus Wahrheit und Dichtung sind es Lenz und Zimmermann, die uns hier berühren. Ersterer ist ein mal équilibré, den MOEBIUS an Dementia praecox erkranken läfst, während Zimmermann wohl ein Genie ist, aber ein vielfach krankhaftes.

Auch sonst stofsen wir vielfach auf Erscheinungen, die wir bald als wunderbar, bald als dämonisch zu bezeichnen geneigt sind. Sie fallen ebenso wie das Gewöhnliche in den gesetzlichen Zusammenhang der Dinge, es liegt nur an unserer Unkenntnifs, dafs wir ihre gesetzlichen Beziehungen nicht verstehen.

Den Schlufs des Werkes bilden Angaben über GOETHE's Person und Familie. Der Vater war wenig bedeutend, eng, pedantisch. Die Mutter dagegen geistig begabt, und MOEBIUS ist geneigt, mit Anlehnung an die Lehre SCHOPENHAUER's von der Erblichkeit, die geistige Bedeutung GOETHE's nach BISMARCK's trefflichem Ausdrucke als ein Kunkellehn aufzufassen.

Seine Schwester Cornelia war entschieden pathologisch.

GOETHE selber machte Perioden des Weltschmerzes durch, auch erlitt er einen Blutsturz und war späterhin wiederholt krank. Stellenweise wird er von Nervosität heimgesucht, und Gedanken an Selbstmord treten bei ihm auf.

Beiläufig bemerkt, ist neuerdings der Versuch gemacht worden, dem grofsen Dichter allerhand nicht gerade schöne Krankheiten anzuhängen. Diese angeblich aus eigenhändigen Angaben GOETHE's herstammenden, in Wirklichkeit aber geradezu bei den Haaren herbeigezogenen Ungeheuerlichkeiten finden an anderer Stelle (*Münch. Medic. Zeitung*) von MOEBIUS die gebührende Abweisung.

Zur Zeit des Mannesalters war er ausgereift. Er war wie Tamino durch Feuer und Wasser gegangen, das Pathologische verschwindet, obwohl er auch noch jetzt periodischen Schwankungen unterworfen ist, in denen er mit besonderer Leichtigkeit dichtete (sein Hafis). Auch der spätere Johannistrieb gehört hierher, wie nun einmal Höherstehen und Pathologischsein untrennbar zusammen gehören.

Die Christine Vulpius wird von MOEBIUS in Schutz genommen, obwohl er sie vom Verdachte des Trinkens nicht frei sprechen kann. Der einzige

Sohn GOETHE's trinkt und stirbt wahrscheinlich durch Selbstmord. MOEBIUS ist nicht abgeneigt, ihn für paralytisch zu halten. Die anderen Kinder GOETHE's sterben jung.

MOEBIUS schliefst sein vortreffliches Buch mit den Worten: Man sagt, dafs die Familien, wie die Einzelnen eine bestimmte Lebensdauer haben. Der Stamm GOETHE's ist verdorrt. Seine Familie trieb in ihm eine köstliche Blüthe und strömte damit ihre Kraft aus, nach ihm aber folgten nur noch lebensschwache Triebe. Der Genius erscheint auf der Erde nicht, um die Zahl der Menschen zu vermehren, seine Werke sind seine unsterblichen Kinder. PELMAN.

E. MENDEL. **Ueber Zwangsvorstellungen.** *Neurol. Centralblatt* **17** (1), S. 7—10. 1898.

Die Arbeit ist wesentlich von klinischem Interesse und warnt insbesondere davor, den Begriff „Zwangsvorstellung“ gar zu weit auszudehnen, wie das letzthin mehrfach geschehen ist. M. schliefst sich eng an die Definition WESTPHAL's an, der 1877 die Zwangsvorstellungen in die deutsche Psychiatrie einführte, und hebt vom psychologischen Standpunkte aus als für sie charakteristisch hervor, „dafs entweder der Associationsvorgang von Ursache und Wirkung oder der des Contrastes die Herrschaft im Denkvorgange übernimmt“. ERNST SCHULTZE (Bonn).

FRANCIS O. SIMPSON. **The Specific Gravity of the Insane Brain.** *Journ. of Ment. Sc.* October 1898.

S. beruft sich zum Vergleich auf die Arbeit von SONKEY über das spec. Gewicht des Gehirns (British and Foreign Medico-Chirurg. Review of 1853). Nach SONKEY ist das spec. Gewicht der grauen Substanz im Durchschnitt 1034, der weifsen Substanz 1041. SIMPSON berechnete das Gewicht bei 30 Gehirnen von Geisteskranken, und zwar 14 Männern und 16 Weibern. Die Untersuchung fand statt durchschnittlich 35 Stunden post mortem. Das Durchschnittsalter der Verstorbenen war 54, und zwar handelte es sich um allg. Paralyse, senile Demenz, epileptische und anderen Demenz, Imbecillität, — also um chronische Krankheitszustände. Das spec. Gewicht wechselt je nach der Localisation im Gehirn. Es sei hier nur erwähnt, dafs die weifse Substanz bei beiden Geschlechtern im Durchschnitt 1041 betrug, also wie bei dem Gehirn Geistiggesunder. Die graue Substanz betrug im Durchschnitt 1037, und zwar bei den Männern 1039, bei den Weibern 1032, bei ersteren also höher als das Normalgewicht, bei letzteren geringer. UMPFENBACH.

Ueber räumliche Abbildungen des Continuums der Farbenempfindungen und seine mathematische Behandlung.

Von

Konrad Zindler in Wien.

(Mit 6 Fig.)

Vorbemerkung.

Die mehrfachen Versuche, die Aehnlichkeitsbeziehungen im Farbencontinuum durch Farbentafeln oder „Farbenkörper" räumlich zu versinnlichen, forderten dazu heraus, einmal im Zusammenhange die verschiedenen Principien auseinanderzusetzen, nach denen dies geschehen kann. Es mufste naturgemäfs, soll der Leser wissen, um was es sich handelt, eine kurze kritische Darstellung jener Versuche und namentlich der Ergebnisse von Maxwell, Hering und Helmholtz eingeflochten werden.

Die steigende Verwendung mathematischer Ueberlegungen bei den genannten Autoren führt von selbst auf einen anderen Theil der Arbeit: Schon Riemann hat in seinem berühmten Habilitationsvortrag („Ueber die Hypothesen, welche der Geometrie zu Grunde liegen") darauf aufmerksam gemacht, dafs aufser den räumlichen Oertern die Farben im gewöhnlichen Leben den einzigen Anlafs zur Anordnung nach mehrfach ausgedehnten continuirlichen Mannigfaltigkeiten bieten. Während nun über die Grundlagen der Geometrie schon eine reiche Literatur erwachsen ist, hat sich Niemand die Mühe genommen, auch fürs Farbencontinuum etwas näher auszuführen, wie weit sich geometrische Begriffe auf dasselbe übertragen lassen, wieweit überhaupt die angedeutete Analogie reicht; blos Helmholtz hat in seiner Abhandlung „Kürzeste Linien im Farbensystem" diese Angelegenheit gestreift, sich aber bei den principiellen Fragen nicht aufgehalten. Indem ich von der Wohlthat der heute

üblichen Arbeitstheilung Gebrauch machte und mich auf die theoretischen Fragen beschränkte, konnte freilich das Hauptproblem dieses Gebietes „zu entscheiden, ob ein psychologischer Farbenkörper möglich ist und im bejahenden Falle ihn zu finden, im verneinenden Falle wenigstens ein arithmetisches Farbenschema zu finden“ zwar nach verschiedenen Seiten hin klargestellt, aber nicht wirklich gelöst werden, weil eben noch nicht alle hierzu nöthigen Erfahrungen vorzuliegen scheinen.[1]

Inhalt.

---

§ 1. Definition des psychologischen Farbenkörpers.

In vielen Gebieten bedient man sich heutzutage der räumlichen Abbildung oder (wie man mit etwas eingeschränkter Bedeutung sagt) graphischen Darstellung, um Beziehungen, die an und für sich unanschaulich wären, anschaulich zu machen. Die wichtigsten geometrischen Grundvorstellungen, die an dieser Anschaulichkeit Antheil haben, sind: Distanz und Richtung. Aufserdem besitzt der Raum die Eigenschaft, dafs von jedem Orte

[1] Ueber einige Theile dieser Arbeit habe ich im Nov. 1897 in der Philosophischen Gesellschaft an der Universität zu Wien einen Vortrag gehalten.

zu jedem anderen in mannigfacher Weise ein continuirlicher Uebergang möglich ist. Wenn sich also in einer continuirlichen Mannigfaltigkeit von Dingen oder psychischen Inhalten die Analoga der Distanz und der Richtung wiederfinden, können wir mit einiger Aussicht auf Erfolg versuchen, eine Abbildung dieser Mannigfaltigkeit (oder von Theilen derselben, falls ihre Dimension zu grofs ist) auf den Raum vorzunehmen.

Die Mannigfaltigkeit unserer Farbenempfindungen erfüllt nun diese allerersten Voraussetzungen:

a) Es lassen sich in ihr von jeder Farbe zu jeder anderen continuirliche Uebergänge bilden.

b) Es findet sich das Analogon der Distanz: Es kann Aehnlichkeit zweier Farben *a*, *b* nicht nur constatirt, sondern auch mit der Aehnlichkeit der Farben eines anderen Paares *c*, *d* verglichen werden, wobei z. B. auch *b* mit *c* identisch sein kann. Der einfachste hierher gehörige Versuch ist die Herstellung einer Farbe auf dem Farbenkreisel, die zwischen zwei gegebenen Farben „in der Mitte" liegt (Methode der übermerklichen Unterschiede). Bei allen Versuchen über Farbendistanzen wird mit dem Analogon der Punktdistanz (nicht der ausgefüllten Strecke) operirt[1], und wir werden auch nur annehmen, es könne beurtheilt werden, ob die Distanz der Farben eines Paares gröfser, gleich oder kleiner sei, als die der Farben eines anderen Paares, nicht aber, dafs die eine Distanz als ein Vielfaches der anderen geschätzt werden könne; es wäre dies aus denselben Gründen gewagt, die bei den vielbesprochenen Empfindungscontinuen constanter Qualität gegen die Messung der Empfindungsintensität geltend gemacht werden (s. Meinong: Ueber die Bedeutung des Weber'schen Gesetzes, § 27; *diese Zeitschr.* Bd. XI). Dies schliefst nicht aus, dafs ein indirecter Weg, Farbendistanzen zu messen, möglich wäre. Ja, eine gelungene räumliche Abbildung des Farbencontinuums enthielte von selbst die Lösung dieser Aufgabe (§ 8).

c) Wenn wir drei Nuancen Grau vor uns haben, die etwa auf dem Farbenkreisel aus denselben Pigmenten Schwarz und Weifs in verschiedenen Verhältnissen gemischt sind, sagen wir, der Uebergang vom dunkelsten zum mittleren Grau geschehe in

[1] In der Geometrie ist es umgekehrt; s. meine „Beitr. zur Theorie d. math. Erkenntnifs", § 2 (*Wiener Sitzungsb. Phil.-Hist. Cl.* Bd. CXVIII, 1889).

derselben Richtung, wie der vom mittleren zum hellsten.[1] Wir constatiren hiermit unmittelbar, dafs wir zwischen zwei solchen Farbendistanzen (aufser ihrer Ungleichheit und Gleichheit) noch eine andere Relation entdecken können, die wir sofort (der Gleichheit oder Verschiedenheit) der räumlichen Richtung analog finden. Dafs im Farbencontinuum die betreffenden Schätzungen unsicherer sind als im Raume, thut in principiellen Fragen keinen Eintrag. Auch können wir, wenn wir von einer Farbe zu einer ähnlichen übergehen, uns diese Aenderung „in derselben Richtung" fortgesetzt denken.

Die Aufgabe der möglichst getreuen Abbildung des Farbencontinuums auf den Raum wird nun darin bestehen, die Farbenempfindungen so in einem räumlichen Schema[2] symbolisch darzustellen, dafs jeder Farbe ein Punkt (ihr „Bild") entspricht, und dafs:

a) einer stetigen Reihe von Farben auch eine stetige Reihe von Oertern entspricht;

b) dafs, wenn zwischen zwei Farbenpaaren die Distanzen als gleich beurtheilt werden, auch die Distanzen zwischen den entsprechenden Bildpaaren gleich sind;

c) dafs solche Reihen von Farben, bei denen wir finden, dafs der Uebergang in derselben Richtung stattfinde, durch Punkte derselben Geraden abgebildet werden.

Damit ist nicht behauptet, dafs ein solches Schema möglich ist; wenn es aber möglich ist, so zeigen diese Forderungen, dafs es blos die Beziehungen zwischen den Empfindungen selbst zur Anschauung bringen soll, nicht etwa die Beziehungen zwischen den physikalischen Reizen oder zwischen diesen und

[1] Diese Constanz der Richtung findet aber nicht immer gerade dann statt, wenn die constituirenden Pigmente dieselben sind. Mischt man z. B. einem hellen Gelb immer mehr Schwarz zu, so wird man bei den ersten Gliedern dieser Farbenreihe nur den Eindruck haben, als ob das Gelb immer in derselben Richtung abgeschwächt würde. Aber später werden braune Töne auftreten, was man als Qualitäts- und Richtungs-Aenderung empfindet. Solche Erscheinungen erschweren die Aufstellung eines psychologischen Farbenkörpers.

[2] räumlich deswegen, weil die Mannigfaltigkeit der Farbenempfindungen dreifach ausgedehnt ist (§ 4).

den Empfindungen, wie sie das WEBER-FECHNER'sche Gesetz zu geben unternimmt. Deswegen wollen wir ein solches Schema einen psychologischen Farbenkörper nennen (eventuell Farbenfläche, Farbentafel, wenn blos eine zweifache Mannigfaltigkeit aus den gesammten Farbenempfindungen dargestellt werden soll), während wir es immer noch einen Farbenkörper schlechtweg nennen, wenn blos die Forderung a) erfüllt ist.[1]

Zum weiteren Aufbau des psychologischen Farbenkörpers müfste, sobald einmal 4 Farben ihre Bilder erhalten haben, die Forderung b) principiell ausreichen. Wenn z. B. die Distanzen einer Farbe F von 4 Farben, die ihre Bilder schon haben, als gleich befunden werden, so mufs das Bild von F in jenen Punkt verlegt werden, der von den 4 Bildern gleich weit absteht (in den Mittelpunkt der Kugel, die dem Tetraeder der Bilder umschrieben werden kann). Die Richtungsrelationen, zu denen etwa F Anlafs giebt, können also nicht mehr berücksichtigt werden, wenn sie nicht schon von selbst richtig abgebildet sind. Daraus sieht man, dafs man einen psychologischen Farbenkörper nicht wird erzwingen können (mehr hierüber in §§ 7 u. 9).

Da die Gleichheit oder Ungleichheit von Farbendistanzen innerhalb ziemlich weiter Grenzen schärfer und entschiedener beurtheilt werden kann (namentlich wenn es sich um Herstellung der „Mitte“ zweier nicht gar zu unähnlichen Farben handelt), als die Gleichheit oder Ungleichheit von Richtungen im Farbencontinuum, werden die Distanzurtheile bei experimentellen Untersuchungen die erste Rolle spielen. Auch aus einem anderen Grunde (S. 270) werden wir nachsehen müssen, welche Methoden die Distanzurtheile allein zur Prüfung eines Farbenkörpers an die Hand geben (§ 9).

Nun sind Farbenkörper und Farbentafeln schon öfter aufgestellt worden, und wir werden zunächst die Principien, nach denen sie construirt sind, kritisch untersuchen.

[1] Der psychologische Farbenkörper ist keineswegs der einzige, mit dem wir uns zu beschäftigen haben, aber er würde offenbar den Zweck, die Beziehungen der Farbenempfindungen zu einander räumlich anschaulich zu machen, am vollkommensten erfüllen. Deshalb habe ich die Forderung des psychologischen Farbenkörpers als des Ideals eines Farbenkörpers an die Spitze gestellt und genau präcisirt, obgleich wahrscheinlich keiner der wirklich aufgestellten Farbenkörper diesen Anforderungen ganz entspricht.

§ 2. Die nach älteren Methoden aufgestellten Farbenkörper.

Die älteste Farbentafel, die auf die wissenschaftliche Literatur unseres Jahrhunderts noch Einflufs genommen hat, ist die Newton'sche. Zwar ist Newton's Ziel hierbei nur, aus der Art und dem Verhältnifs mehrerer zu mischenden Farben die Mischfarbe vorauszusagen; aber die Vorschrift, die hierzu gegeben wird, bringt es mit sich, dafs von selbst eine Farbentafel entsteht. Diese Vorschrift ist (gekürzt) folgende (Optice, Lib. I, Pars II, propos. VI): Man theile einen Kreisumfang in 7 Bögen, welche gewissen musikalischen Intervallen proportional sind und den Spectralfarben, wie aus Fig. 1 ersichtlich, zugewiesen werden.

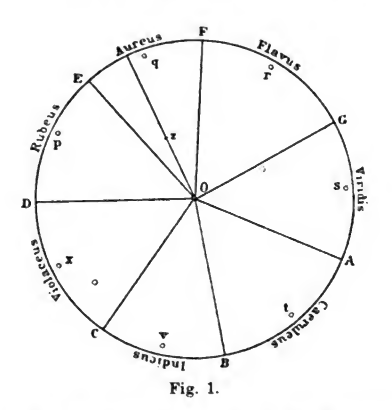


Fig. 1.

Zu jedem Kreisbogen suche man den Schwerpunkt ($p, q, \ldots\ldots x$). In diesen Schwerpunkten denke man sich Gewichte angebracht, proportional den Mengen (numero radiorum) der betreffenden Farben; der Schwerpunkt aller dieser Gewichte sei z. Dann giebt der Punkt y, wo Oz den Kreisumfang trifft, die Farbe der Mischung an, die Strecke Oz wird jedoch der Sättigung (saturitati) proportional sein.

Newton beruft sich dabei auf das Experiment, von einem Sonnenspectrum, bevor man es durch eine Linse wieder vereinigt, einzelne Farben aufzufangen. Die übrigen geben dann „vel

accurate vel quam proxime" eine solche Mischfarbe, wie es seiner Regel entspricht. Nun wird auch verständlich, was unter „numerus radiorum" zu denken ist: die flächenhafte Ausdehnung der betreffenden zur Mischung zugelassenen Spectralfarbe. Schon die benützte akustische Analogie zeigt, dafs diese Farbentafel keinen Anspruch auf Exactheit machen kann, wenn sie auch das primitivste Bedürfnifs, ähnliche Farben räumlich nahe abgebildet zu sehen, befriedigt. Die geschilderte Schwerpunktsconstruction heifst noch immer die „Newton'sche Regel" oder „Newton's Gesetz der Farbenmischung", wenn auch erst die Ausdehnung derselben auf Mischfarben, die späteren Autoren angehört, sich fruchtbar für die Farbentheorie erwiesen hat.

Mayer scheint der erste gewesen zu sein, der (Göttinger Anzeigen 1758) eine dreieckige Farbentafel construirt hat, ausgehend von der Beobachtung, dafs sich aus roth, gelb und blau alle Farben mischen liefsen. (Nach dem Bericht Lambert's in dessen „Beschreibung einer Farbenpyramide", Berlin 1772, 126 S.)

Durch die Andeutungen Mayer's, der auch schon von der Mischung der Farben seines Dreiecks mit weifs redet, ist Lambert offenbar zur Aufstellung seiner Farbenpyramide angeregt worden, die er (neben weitläufigen anderen Erörterungen) a. a. O. nach folgenden Principien construirt: Er gruppirt kleine Quadrate in Form eines rechtwinkligen Dreiecks (Fig. 2), füllt

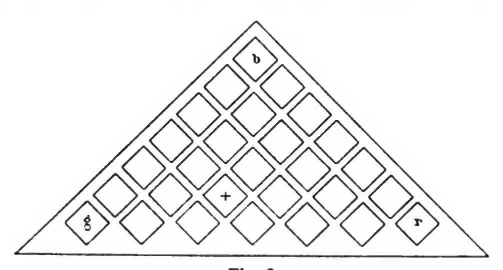


Fig. 2.

die Eckquadrate mit den Pigmenten gelb, roth, blau, die zwischenliegenden mit den Zwischenfarben. Solcher Tafeln schichtet er 7 übereinander, von denen jede folgende nach oben weniger Quadrate enthält und immer hellere durch Mischung

mit Weifs hervorgegangene Farben. Die oberste Schichte enthält nur ein Quadrat: weifs. Die beigegebene (sehr mangelhaft colorirte) Tafel läfst in eine Hohlpyramide hineinblicken, von der die eine Seitenfläche weggenommen ist, und in der die Farbenquadrate wie auf den Brettern eines Kastens liegen.

Die Zwischenfarben werden nach folgender Methode erhalten: Lambert geht von bestimmten Pigmenten aus, z. B. § 60: Zu solchem Grün, welches eigentliches, weder ins Gelbe noch ins Blaue zielendes Grün ist, werden 2 Gran Berlinerblau und 7 schwache Gran Gummigutt erfordert. Er drückt sich aus, Gummigutt habe die Schwäche 7, und zwar Schwäche (nicht Stärke), weil ein Pigment um so schwächer ist, je mehr man davon nehmen mufs, um gleiche Wirkung zu erzielen. Hierauf findet er nach derselben Methode für andere Pigmentsorten, dafs „in den Mischungen 2 Gran Carmin, 3 Gran Berlinerblau und 12 Gran Gummigutt gleichweit reichen“ und nimmt 2, 3, 12 endgültig als Grade der Schwäche der drei Grundfarben an, mit denen er die Farbentafel construirt (§ 69): „Man setze nun z. E. es soll die nach Mayer'scher Art bezeichnete Mischung $r^3\ b^2\ g^3$ mittels erstbemeldeter dreier Grundfarben getroffen werden, so will dies sagen, die Stärke .... des Rothen müsse 3, des Blauen 2, des Gelben 3 sein. Nun werden dem Gewichte nach für ein Grad Stärke 2 Th. Carmin, 3 Th. Berlinerblau, 12 Th. Gummigutt gerechnet“; demnach ....

$3 \times 2 = 6$ Th. Roth,
$2 \times 3 = 6$ Th. Blau,
$3 \times 12 = 36$ Th. Gummigutt.

Diese „nach Mayer'scher Art bezeichnete Mischung“ (Mayer sagt jedoch nicht, wie er „die zu den Mischungen gehörigen Portionen“ bestimmt habe) ist offenbar für ein Farbendreieck berechnet, in welchem an jeder Seite 9 Quadrate liegen, um eins mehr als die Summe der „Partienten“ 3, 2, 3 („um sie von den Exponenten der Algebraisten zu unterscheiden“) ausmacht. In den Ecken stünden die Farben r^8, g^8, b^8; die 7 Zwischenstufen zwischen r^8 und b^8 wären: $r^7 b$, $r^6 b^2$, ... $r b^7$; u. s. w. Alle Quadrate auf einer Parallelen zu einer Dreiecksseite enthalten Farben, für welche der Partient der an der gegenüberliegenden Ecke liegenden Grundfarbe constant ist. Das Verfahren, die Farben in der Grundfläche der Pyramide anzuordnen, ist also präcis definirt; z. B. würde das in der Fig. 2 (Summe der Partienten hier nur 6)

mit einem Kreuzlein bezeichnete Quadrat die Farbe $r^2\, b^1\, g^3$ tragen, die nach obiger Regel in bestimmter Weise aus den Pigmenten erhalten wird.

Blos der Ausgangspunkt dieses Verfahrens ist psychologisch, nämlich die Bestimmung der zwischen den Grundfarben in der Mitte liegenden Farben grün, orange und violett. Dagegen stört es LAMBERT nicht, dafs im Uebrigen die Farbenabstände zwischen benachbarten Quadraten nicht gleich erscheinen, obschon ihm dieser Umstand nicht entgangen ist (§ 90). Selbst bei Bestimmung jener 3 Mittelfarben läfst sich die Methode nur 2 Mal anwenden, weil dann das dritte Verhältnifs der Pigmentwerthigkeiten schon von selbst bestimmt ist. LAMBERT, der dies auch bemerkt hat, behauptet zwar: die Erfahrung trifft hiermit so genau überein, als es verlangt werden kann. LAMBERT war wohl der erste, der ein räumliches Farbenschema aufgestellt hat. Auch giebt sich in den quantitativen Bestimmungen ein anerkennenswerthes Streben nach Exactheit kund, wenn man auch später für wissenschaftliche Zwecke von Farbendefinitionen durch Mischung von Pigmentquantitäten ganz abgekommen ist, aus Gründen, die HELMHOLTZ (in POGGENDORFF's Ann. 1852: „Ueber die Theorie der zusammenges. Farben") angegeben hat.

RUNGE („Farbenkugel", Hamburg 1810, 27 S. u. eine Tafel, in welcher zwei Ansichten der Farbenkugel von aufsen und zwei Durchschnitte colorirt gegeben werden) hat das Farbendreieck wieder durch einen Kreis und die Pyramide durch eine Kugel ersetzt. Er beruft sich dabei darauf, dafs alle 6 Punkte für blau, gelb, roth, grün, orange, violett (auf dem Aequator) von weifs und schwarz (an den Polen) gleich weit abstehen müfsten, obgleich schon LAMBERT (§ 77) bemerkt hatte, „das Gelb braucht wenig Stuffen sich ins Weifse zu verlieren, und diese Stuffen kann man sich ohne Mühe vorstellen, beim Roth und Blau giebts mehrere Stuffen." Ein Fortschritt kann also im Ersatz der Pyramide durch eine Kugel nicht erblickt werden, aber darin, dafs RUNGE für Schwarz und seine Uebergänge zu den Grundfarben durch eine zweite Halbkugel einen passenderen Platz geschaffen hat, während sich LAMBERT's Pyramide von ihrer Basis aus nur nach einer Seite erstreckt, sodafs Schwarz schon in der Basis untergebracht werden mufste, wohin besser das Grau gehört. Genaue Definitionen der Farben, überhaupt quantitative Bestimmungen fehlen bei RUNGE völlig.

Unter den Farbenkörpern, die nach directer Schätzung entworfen wurden, ist noch Höfler's Farbenoctaeder (Psychologie, S. 113) dadurch merkwürdig, dafs hier nicht die Aehnlichkeit im engeren Sinne, sondern der conträre Gegensatz (weifs-schwarz, roth-grün, gelb-blau) zum Ausgangspunkt genommen wurde, zugleich in der Absicht, Hering's Theorie der Grundfarben Rechnung zu tragen. Ebbinghaus hat (Psychologie, 1. Halbbd. S. 184 f.) das Farbenoctaeder verbessert, indem er die Ecken abrundete und die Mittelebene, welche die Spectralfarben mittlerer Helligkeit enthält, schief gegen die Axe schwarz-weifs stellte, sodafs das Gelb dem Weifs, das Blau dem Schwarz näher rückt.

§ 3. Maxwell's Farbentafel.

Die neueren Bemühungen, die Farben nach einem messenden Princip in eine räumliche Anordnung zu bringen, haben von Maxwell's und Helmholtz' fast gleichzeitigen Untersuchungen ihren Ausgangspunkt genommen. Namentlich ist für die Theorie der Farbenkörper Maxwell's „Experiments on Colours ....“ (*Scientif. papers,* Vol. I, 1854) wichtig.[1] Die fundamentale experimentelle Thatsache, auf welcher die Möglichkeit von Maxwell's Farbentafel beruht, ist folgende: Zwischen je vier beliebigen Farben besteht eine Farbengleichung. D. h. man kann entweder: 1. drei von den Farben in solchen Verhältnissen mischen, dafs die vierte herauskommt; oder: 2. einer beliebigen Mischung von zwei Farben eine passend zu bestimmende Mischung der zwei anderen gleichmachen.

Die Mischungen wurden zuerst am Farbenkreisel bei gewöhnlichem Tageslicht vorgenommen. Hierbei können allerdings die Intensitäten beiderseits noch verschieden sein, und um sie gleich zu machen, wurde zu der einen Mischung Schwarz hinzugefügt, das Maxwell für Mischungszwecke nicht als Farbe betrachtet. Vielmehr fafst er die Sache so auf, als ob es nur zur Ausfüllung eines Theils des Kreisels verwendet würde, der eigentlich (wenn dies möglich wäre) leer bleiben müfste, wenn

[1] Maxwell beruft sich blos auf Young, der zuerst ein Dreieck an Stelle des Newton'schen Farbenkreises gesetzt habe; es scheinen ihm also die Untersuchungen Mayer's und Lambert's unbekannt geblieben zu sein. Young spricht in seiner „Natural philosophy“ an einer einzigen kurzen und schwer verständlichen Stelle (Vol. I, S. 440) von dieser Angelegenheit. Eine dreieckige colorirte Farbentafel ist beigegeben.

die übrigen Farben blos in der Ausdehnung herangezogen werden, die auch der Intensität nach die Mischung gleich der gegebenen machen.

Die Construction der Farbentafel wird nun so vorgenommen: Es werden drei Grundfarben gewählt, die (aus praktischen Gründen) weit auseinander liegen; ihre Intensitäten werden, wie sie durch bestimmte farbige Papiere bei bestimmter Beleuchtung vertreten werden, gleich eins gesetzt. MAXWELL nimmt als diese Grundfarben ein gewisses Roth (Vermilion) Vm, Ultramarinblau U und „Emerald Green" EG; sie werden durch irgend drei Punkte der Zeichenebene versinnlicht. Um nun für eine vierte Farbe, z. B. Weifs W, den Ort auf der Farbentafel zu finden, stellt man vor Allem die Farbengleichung her, welche diese Farbe mit den Grundfarben verbindet. Sie ist, wenn S schwarz bedeutet:

$$28\,W + 72\,S = 37\,Vm + 27\,U + 36\,EG.$$

Die Zahlen geben an, wieviel Procent des Farbenkreisels von der betreffenden Farbe erfüllt waren. Bringt man nun in den Bildern von Vm, U, EG beziehungsweise die Gewichte 37, 27, 36 an, so soll der Schwerpunkt dieser drei Gewichte das Bild von W sein. Die Gesammtintensität einer durch Mischung aus den drei Grundfarben allein (wobei diese den ganzen Kreisel ausfüllen) gewonnenen Farbe wird immer eins gesetzt. Da aber schon 28 % W genügen, um das rechts herauskommende Grau zu liefern, ist die Intensität des verwendeten weifsen Papiers $= 100 : 28 = 3{,}57$ zu setzen; und jedesmal, wenn dieses weifse Papier im Kreisel verwendet wird, ist die Zahl der Theile, die es ausfüllt, mit 3,57 zu multipliciren, bevor man es in Rechnung bringt. Jeder Farbe entspricht so ein bestimmter numerischer Coefficient, der die Intensität bezeichnet, in welcher die Farbe durch das vorliegende Papier vertreten ist.

Ist die Farbengleichung von der 2. Art, d. h. stehen auf jeder Seite derselben (Schwarz ungezählt) zwei Farben, so mufs der Schwerpunkt der beiden Bilder links zusammenfallen mit dem Schwerpunkt der beiden Bilder rechts. Sind also die Bilder dreier Farben bekannt, so kann man das Bild der vierten finden, wenn man noch berücksichtigt, dafs beiderseits einer Farbengleichung immer die gleiche Intensität stehen mufs. Z. B. ein gewisses blasses Gelb Gb tritt in folgende Gleichung ein:

$$39\,Gb + 21\,U + 40\,S = 59\,Vm + 41\,EG.$$

Bevor man den Ort für *Gb* construiren kann, mufs man den Coefficienten von *Gb* kennen. Links müssen die farbigen Theile dieselbe Intensität liefern, wie rechts. Die 39 Theile *Gb* sind also (da *S* zur Intensität nichts beiträgt und *U*, *Vm*, *EG* den Coefficienten eins haben) thatsächlich 79 % (nämlich 100—21) äquivalent, und der Coefficient des Papiers *Gb* ist daher 79 : 39. Nun construirt man den Schwerpunkt *s* von 59 *Vm* und 41 *EG* und verbindet *U* mit *s*; auf der Verlängerung mufs *Gb* so liegen (Fig. 3), dafs der Schwerpunkt von 79 *Gb* und 21 *U* auf *s* fällt. Je nachdem die Farbengleichung von der 1. oder 2. Art ist, wird das Bild der neuen vierten Farbe innerhalb oder aufserhalb des Dreiecks der drei alten Farben liegen.

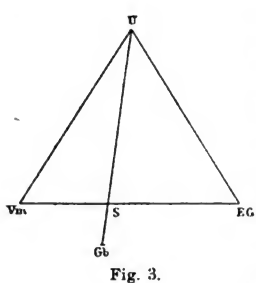


Fig. 3.

Die Bedeutung dieser Farbentafel besteht zunächst darin, dafs irgend 3 Farben derselben (die nicht in gerader Linie liegen) die Rolle der Grundfarben spielen können, d. h.: nimmt man irgend drei andere Farben heraus, so kann man zwischen diesen und jeder vierten Farbe *F* eine Gleichung herstellen. Dieser Farbengleichung entspricht eine Schwerpunktsconstruction, und der Ort, der nach dieser Construction *F* angewiesen werden müfste, ist identisch mit demjenigen, den *F* durch Verwendung der ursprünglichen Farben *Vm*, *U*, *EG* erhielt. Oder: von 3 Farben *A*, *B*, *C* ausgehend (deren Bilder man willkürlich wählt) kann man einer vierten *D* nur auf eine Art durch eine Farbengleichung zwischen *A*, *B*, *C*, *D* einen Platz anweisen; aber schon bei der fünften Farbe *E* hat man die Wahl zwischen mehreren Bestimmungen: Man kann die Gleichung zwischen *A*, *B*, *C*, *E* oder zwischen *A*, *B*, *D*, *E* oder ... (4 Arten) benützen. Die Controlen mehren sich sehr rasch, wenn man zu weiteren Farben fortschreitet, und alle Arten liefern dasselbe Ergebnifs. Diese Thatsache hat Maxwell durch viele Versuche bestätigt; wir wollen sie kurz die H a u p t e i g e n s c h a f t der Maxwell'schen Farbentafel nennen. Sie besteht also in der Eindeutigkeit des Resultats trotz der Vieldeutigkeit des Verfahrens, zum Bilde einer Farbe zu gelangen.

MAXWELL hat später die Mischungsversuche mit Spectralfarben wieder aufgenommen, wobei er einen sehr sinnreichen Apparat (colour-box) verwendet (On the theory of compound colours ..., Scient. papers, Vol. I., 1860); namentlich hat er dort die Curve der Spectralfarben genauer bestimmt, die zuerst in einer Abhandlung von HELMHOLTZ (Ueber die Zusammensetzung von Spectralfarben, POGG. *Ann.*, 1855) schätzungsweise angegeben worden war. Aus neuerer Zeit liegen hierüber von KÖNIG und DIETERICI Bestimmungen vor (HELMHOLTZ, Handb. d. physiol. Optik, 2. Aufl., S. 340). Alle diese Curven haben das Gemeinsame, dafs sie bei Grün einen starken Bug besitzen, an den sich zwei fast geradlinige Theile für die beiden Enden des Spectrums anschliefsen. (Vgl. auch hier Fig. 4, S. 241.)

Reine Spectralfarben sind zu Mischungsversuchen wohl zuerst von HELMHOLTZ (Ueber die Theorie der zusammengesetzten Farben, POGG. *Ann.* 1852) benützt worden; ihre Verwendung ist aus mehreren Gründen den anderen Mischungsmethoden vorzuziehen: Die Spectralfarben selbstleuchtender Körper sind durch ihre Wellenlänge sehr genau definirbare, an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten in gleicher Weise herstellbare physikalische Reize, während die farbigen Papiere auch von der Beleuchtung abhängige Reize sind. Ferner können bei Versuchen mit Spectralfarben Intensitätsänderungen unmittelbar durch Aenderungen von Spaltbreiten hervorgebracht werden, sodafs die Beimischung von Schwarz, die beim Farbenkreisel anstöfsig scheinen könnte, wegfällt und nun wirklich zwischen blos je vier Qualitäten eine Farbengleichung hergestellt werden kann. Aufserdem sind beim Farbenkreisel die beiden gleichbefundenen Mischungen häufig in derselben Weise spectral zusammengesetzt, sodafs die Gleichung (worauf HERING aufmerksam gemacht hat, LOTOS, 1887, S. 259) vom physikalischen Standpunkt eine identische ist und daher nicht viel beweist. Nur die zeitliche Verteilung der Reize an einem Punkte der Netzhaut ist auch hier noch in beiden Fällen verschieden. Also ganz trivial sind solche Farbengleichungen doch nicht; sie beweisen immerhin, dafs wenn gewisse Lichtreize zugleich oder nacheinander in beliebiger regelmäfsiger zeitlicher Anordnung eine Netzhautstelle treffen, nur so rasch, dafs eine einheitliche Farbenempfindung entsteht, diese Empfindung von der Art der zeitlichen Anordnung unabhängig ist.

§ 4. Die Bedeutung der Farbentafel MAXWELL's und die Arten von Farbenkörpern.

Kann diese Farbentafel eine psychologische sein? Man sieht, es bleibt bei ihrer Construction vieles willkürlich: Dieselben drei Grundfarben können durch drei beliebige Punkte der Ebene abgebildet werden (die nur nicht in gerader Linie liegen dürfen) und könnten noch mit drei beliebigen Intensitätscoefficienten (statt eins) ausgestattet werden, ohne das Wesen der MAXWELL'schen Farbentafel zu beeinträchtigen. Dabei haben jedoch nur die Verhältnisse dieser drei Coefficienten auf die Anordnung der Farben in der Tafel Einfluſs. Zwei dieser Verhältnisse können als unabhängige Parameter betrachtet werden, ebenso zwei Winkel, welche die Form des Grunddreiecks bestimmen (wir zählen natürlich geometrisch ähnliche Farbentafeln wie eine einzige). Dann hängt also die Gestalt der MAXWELL-schen Farbentafel von vier Parametern ab. HERING hat bei seiner ausführlichen Untersuchung der Schwerpunktsconstruction erkannt, daſs alle diese Farbentafeln durch Centralprojection auseinander erhalten werden können (a. a. O. S. 221). Dies ist fast unmittelbar ersichtlich, wenn man sich auf den Standpunkt des barycentrischen Calculs (MÖBIUS, Ges. W. Bd. I) stellt oder überhaupt die homogenen Coordinaten der neueren analytischen Geometrie und die damit zusammenhängende Theorie der collinearen Verwandtschaft kennt. Wenn also die beiden Farbenpaare gleicher Distanz AB und CD in einer dieser Farbentafeln durch Punktepaare gleicher Distanz abgebildet sind, so werden sie es in einer andern im Allgemeinen nicht mehr sein. Diese Farbentafeln können also nicht als psychologische betrachtet werden.

Uebrigens giebt es höchstens einen psychologischen Farbenkörper, wenn man geometrisch ähnliche und symmetrische Modelle nicht als verschieden zählt. Denn nehmen wir an, K' wäre ein von K verschiedener psychologischer Farbenkörper, und es seien AB, CD, EF, ... Farbenpaare gleicher Distanz, a, b, c, ... die Bilder der Farben in K, endlich a', b', c', ... die Bilder in K'. Dann müssen die Streckengleichheiten bestehen:

$$a\,b = c\,d = e\,f = \ldots,$$
$$a'b' = c'd' = e'f' = \ldots, \text{ also}$$
$$\frac{a'b'}{a\,b} = \frac{c'd'}{c\,d} = \frac{e'f'}{e\,f} = \ldots;$$

d. h. jede von beliebig vielen gleich langen Strecken in K hat zur entsprechenden in K' ein constantes Verhältnifs; also sind K und K' geometrisch ähnlich oder werden es, wenn man entweder K oder K' bezüglich einer Ebene spiegelt. Schon aus diesem Grunde sieht man, dafs bestenfalls höchstens eine von den MAXWELL'schen Farbentafeln psychologisch sein könnte. Aber trotzdem ist klar, dafs durch ihre Haupteigenschaft etwas Wichtiges geleistet ist:

Daraus dafs solche Farbentafeln überhaupt möglich sind, folgt zunächst, dafs das Continuum der Farbenempfindungen blos dreidimensional ist. Die Tafeln selbst sind nämlich zweidimensional, berücksichtigen aber zufolge ihrer Construction von jeder Combination objectiver Reize (z. B. reiner Spectralfarben in gewissen Intensitätsverhältnissen und Anzahlen) eine und nur eine absolute Intensität. Berücksichtigt man also noch, dafs jeder objective Reiz, dem ein Punkt der Farbentafel entspricht, noch in unendlich vielen Intensitäten auftreten kann, denen ein Empfindungscontinuum entspricht, das aus der Farbentafel herausführt (es ist damit nicht behauptet, dafs dieses auch nach Intensität abgestuft sein mufs), so sieht man, dafs das Continuum aller Farbenempfindungen um eine Dimension mehr haben mufs, als die Farbentafel, d. h.: Das Continuum der Farbenempfindungen ist dreifach ausgedehnt. Dies ist jedenfalls eine nothwendige Bedingung (aber keine hinreichende, § 9) für die Möglichkeit eines psychologischen Farbenkörpers.

Obigen Satz stützt man meist nur durch den Hinweis darauf, dafs uns an der Farbenempfindung dreierlei Aenderungsweisen, nämlich nach Farbenton, Intensität und Sättigung wahrnehmbar seien. Wenn auch dieses Argument den Vorzug unmittelbarer Berufung auf psychische Thatsachen hat, so sind diese Thatsachen selbst doch nicht unbestritten, namentlich die „Intensitätsänderung" (HERING, Zur Lehre vom Lichtsinn, § 21). Aber wenn man auch anerkennen wollte, dafs die „Intensitätsänderung" eine Aenderung besonderer Art, wenn auch nicht gerade nach Inten-

sität, sei, so ist doch sicher, dafs uns die verschiedenen Aenderungsweisen bei weitem nicht so reinlich geschieden zum Bewufstsein kommen, wie es im Gebiete der Tonempfindungen (Aenderung nach Höhe, Stärke, Klangfarbe) wenigstens innerhalb gewisser Grenzen der Fall ist. Daher konnten beim Farbengebiete Zweifel entstehen, ob mit jener Dreiheit die Aenderungsweisen wirklich erschöpft sind: Helligkeit der Farben wird sowohl von der Sättigung als von der Intensität unterschieden.[1] Müller redet aufserdem von ihrer Eindringlichkeit (Zur Psychophys. d. Gesichtsempf., § 6); vielleicht denkt Maxwell, wenn er gelegentlich von brilliancy redet, an etwas ähnliches. Also wird obige Ableitung des Satzes willkommen sein.

Aber ein Zweifel könnte noch entstehen, ob nicht durch subjective Bedingungen, die Zahl der Dimensionen des Farbencontinuums vermehrt werden könnte, während wir bisher allen möglichen physikalischen Reizen gegenüber einen unveränderten Zustand des Sehorgans gedacht haben. Es ist ja bekannt, dafs das tiefste Schwarz nur im simultanen Contrast gesehen werden kann; auch kann man z. B. durch Abstumpfung für die Complementärfarbe ein Spectrallicht noch gesättigter sehen als sonst. Indessen wird man kaum gezwungen sein, von der Annahme abzugehen, dafs sich in solchen Fällen die Farbenmannigfaltigkeit in den schon vorhandenen Dimensionen ohne Zutritt einer neuen weiter ausdehnt.

Wir kehren zur Bedeutung der Maxwell'schen Farbentafel zurück und betrachten ihre zweite Hauptleistung: Sie lehrt uns, wie ein Reiz physiologisch äquivalent durch andere Reize ersetzt werden kann. Wenn z. B. CC' die Curve der Spectralfarben in einer Maxwell'schen Tafel ist, so kann der aus A und B gemischte Reiz S durch jedes mit passenden Intensitäten gewählte Paar $A'B'$ ersetzt werden, dessen Bilder mit S auf einer Geraden liegen, weil man in A' und B' Gewichte so anbringen kann, dafs ihr Schwerpunkt auch nach S fällt. Kurz, alle (physikalisch oft sehr verschiedenen) Combinationen von Reizen, die in der Farbentafel denselben Schwerpunkt mit demselben

[1] Hillebrand („Ueber die specifische Helligkeit der Farben", *Wiener Sitzungsb. Math.-Natw. Cl.* Bd. XCVIII, Abth. III; 1889) glaubt alle Aenderungen, die eine Farbe aufser der Aenderung nach Farbenton und Sättigung noch erfahren kann, auf Aenderung der „Helligkeit" zurückführen zu können, die er a. a. O. definirt und einer Messung zugänglich macht.

Gewicht liefern, erzeugen, gemischt, gleiche Empfindungen. Dies liegt in der Haupteigenschaft der Farbentafel und läfst eine un-

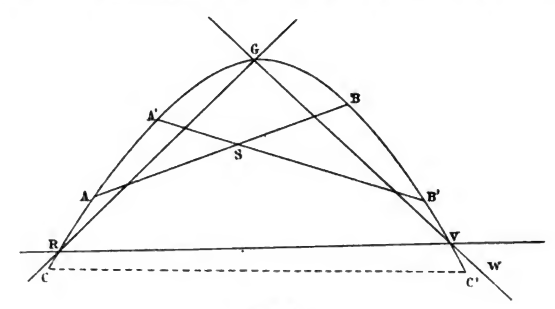


Fig. 4.

begrenzte Mannigfaltigkeit von Beziehungen zwischen den physiologischen Werthigkeiten der Reize erkennen. Denn man kann nicht nur discrete, sondern auch continuirliche Reize mischen (z. B. Theile des Spectrums), und dem entsprechend kann man in der Farbentafel nicht nur von Punkten, sondern auch von Curven und Flächenstücken (eventuell mit veränderlicher Dichte) den Schwerpunkt suchen. Geht man auf die spectrale Zusammensetzung der Reize zurück, so genügt es allerdings, Theile der Spectralcurve zu combiniren.

Sofern wir nun nicht nur auf eine Abbildung der Elemente selbst einer Mannigfaltigkeit achten, sondern (was die Hauptsache ist) auf die Abbildung von Beziehungen zwischen diesen Elementen, ist auch klar, was durch die Maxwell'sche Farbentafel eigentlich abgebildet wird: nicht die inneren Beziehungen zwischen den Farbenempfindungen selbst (wie schon früher bemerkt), auch nicht die physikalischen Reize (denn da müfsten spectral in verschiedener Weise zusammengesetzte immer als verschieden gelten), sondern nur die physiologischen Werthigkeiten der Reize und die Beziehungen zwischen diesen Werthigkeiten. Wir wollen deshalb diese Farbentafel eine physiologische nennen; es entspricht jedem ihrer Punkte zwar eine unendliche Mannigfaltigkeit physikalischer Reize, aber nur eine gemeinsame physiologische Werthigkeit derselben und, wie wir uns denken, auch nur ein physiologischer

(allerdings unbekannter) Vorgang, der durch diesen Punkt sammt den in den Schwerpunktsconstructionen liegenden Beziehungen zu anderen Werthigkeiten abgebildet wird. Diese Leistung der MAXWELL'schen Farbentafel hat wohl zuerst HERING klar ausgesprochen, der jedem Licht eine „optische Valenz" (Lotos, 1887, § 25 ff.) zuweist. Indem wir sagen, die Farbentafel lehre, wie die (auch abgesehen von der objectiven Intensität) noch viel gröfsere Mannigfaltigkeit der physikalischen Reize auf ein (abgesehen von der Intensität) zweidimensionales Continuum physiologischer Werthigkeiten reducirt werde, setzen wir allerdings voraus, dafs diese Reduction schon beim Uebergang von den physikalischen zu den physiologischen Vorgängen stattfindet, und nicht erst beim Uebergang von den physiologischen zu den psychischen. Aber diese Annahme wird allgemein gemacht; auch HERING schliefst (a. a. O. § 25) ausdrücklich „aus der Gleichheit der Empfindungen, welche von zwei objectiv verschiedenen Lichtern erzeugt sind, auf die physiologische Gleichwerthigkeit der letzteren". Wir wollen also alle Farbentafeln oder Farbenkörper physiologisch nennen, die eine Abbildung der physiologischen Reize und ihrer Beziehungen zu geben unternehmen.

Es mag gleich bemerkt werden, dafs es einen etwa analogen physikalischen Farbenkörper im eigentlichen Sinne, d. h. die stetige Abbildung aller physikalischen Farbenreize auf ein Stück des Raums, nicht geben kann; denn wenn wir n discrete Spectralfarben mischen, so hängt der Reiz von n unabhängigen Veränderlichen (den n Intensitäten) ab, die durch Coordinaten nur versinnlicht werden können, wenn $n \leqq 3$; aufserdem können wir aber Continua zur Mischung heranziehen; die so erhaltenen Reize können um so weniger in einem räumlichen Schema untergebracht werden. Wir können aber auf mannigfache Weise künstlich aus der Mannigfaltigkeit der physikalischen Reize eine blos dreifache so herausheben, dafs ihr auch eine dreifache Empfindungsmannigfaltigkeit entspricht, und jene dreifache Reizmannigfaltigkeit auf den Raum abbilden. Würde man z. B. drei Spectralfarben, etwa je ein Roth R, Grün G, Violett V, in beliebigen Intensitäten zur Mischung zur Verfügung haben, so könnte man den gröfsten Theil der überhaupt möglichen Farbenempfindungen damit hervorrufen. Bildet man nun eine solche durch denjenigen Punkt des Raumes ab, dessen Coordinaten u, v, w die Intensitäten der drei Componenten R, G, V sind, so-

erhält man einen Farbenkörper, bei dem die Abbildungsmethode nach rein physikalischen Principien gewählt ist; wir wollen deshalb einen solchen Farbenkörper einen physikalischen nennen, obgleich er im Verhältnifs zur Gesammtheit der möglichen Reize nur einen verschwindend kleinen Ausschnitt darstellt.

Dieser Farbenkörper umfafst zunächst nur die aus R, G, V mischbaren Farben; jeder solchen Farbe F entspricht eine Farbengleichung,

$$1. \quad (u + v + w) F = u R + v G + w V,$$

wobei die Intensitäten von R, G, V jede nach einem beliebigen Maafs gemessen werden können, die Intensitätseinheit von F jedoch dadurch definirt ist, dafs die Mischfarbe aus uR, vG, wV die Intensität $u + v + w$ besitzt (vgl. auch § 3). Alle aus R, G, V mischbaren Farben liegen in einer entsprechenden MAXWELL'schen Tafel auf dem Dreieck R, G, V. Die überall convexe Spectralcurve $C C'$ (Fig. 4) ragt jedoch über jedes Dreieck hinaus, dessen Eckpunkte auf ihr liegen. Es giebt also Farben, die aus R, G, V nicht mischbar sind; aber auch eine solche hängt doch mit R, G, V durch eine Farbengleichung zusammen. Z. B. hätte für eine bläuliche Spectralfarbe B diese Gleichung den Typus:

$$c B + u' R = v' G + w' V.$$

Legt man nun einem negativen Coefficienten in einer Farbengleichung die Bedeutung bei, dafs die betreffende Farbe auf der anderen Seite beizumischen ist, so läfst sich die letzte Gleichung so schreiben:

$$c B = - u' R + v' G + w' V,$$

wobei, analog wie früher, die Intensitätseinheit von B durch

$$c = - u' + v' + w'$$

zu definiren ist. B könnte also durch die Coordinaten $-u', v', w'$ abgebildet werden, und so alle aus R, G, V nicht mischbaren Farben durch Punkte mit zum Theil negativen Coordinaten. Der obige physikalische Farbenkörper ist hiermit so erweitert, dafs er jedes Gebiet umfafst, das durch eine MAXWELL'sche Tafel umfafst wird, und überdies jeden Reiz in allen möglichen Intensitäten abbildet, also überhaupt zu jeder Farbenempfindung einen hervorrufenden Reiz enthält. Will man von einem Reiz blos die Intensität ändern, so hat man die Intensitätscomponenten

u, v, w im selben Verhältnifs zu ändern. Reize derselben Qualität sind also durch eine Gerade abgebildet, die durch den Ursprung geht. Obiges Verfahren kann zwei negative Coordinaten thatsächlich niemals liefern. Denn wären für irgend eine specielle Farbe F in der Gl. 1. etwa u und v negativ, so hiefse das: V läfst sich aus R, G, F mischen, müfste also in einer Maxwell-schen Tafel innerhalb des Dreiecks R, G, F liegen; d. h. F müfste im Winkelblatt W liegen (Fig. 4). Dort liegen aber keine Farben mehr, weil sämmtliche Farben der Tafel durch die Spectralcurve und die ihre Enden verbindende Gerade eingeschlossen werden. Für Spectralfarben ist in der Gl. 1. ein und nur ein Coefficient negativ. Der physikalische Farbenkörper erstreckt sich nur in 4 von den 8 Octanten des Raumes; die übrigen Octanten wären noch frei, um jene Farben unterzubringen, die nur durch subjective Bedingungen erhalten werden können. Z. B. würde tiefes Schwarz in jenen Octanten kommen, wo alle drei Coordinaten negativ sind (Augenschwarz entspricht dem Ursprung des Coordinatensystems, Grau und Weifs liegen gegenüber im ersten Octanten). Freilich würde diese Erweiterung des Farbenkörpers nicht mehr nach physikalischen Principien vor sich gehen.

Helmholtz macht eingangs seiner Abhandlung „Kürzeste Linien im Farbensystem“ (*diese Zeitschr.* Bd. III) von einem physikalischen Farbenkörper Gebrauch; derselbe wird alsbald physiologisch, indem er später (a. a. O. S. 111) unter x, y, z (die unseren u, v, w entsprechen) die Intensitäten der hypothetischen physiologischen Urfarben versteht.

§ 5. Ersatz des mathematischen Theils von Hering's Beweis des Newton'schen Farbenmischungsgesetzes.

Hering hat das Newton'sche Farbenmischungsgesetz (so pflegt man die Anwendung der Schwerpunktsregel zu nennen) auf eine viel einfachere empirische Basis gestellt, als die Controle durch Farbengleichungen war (Maxwell und Aubert). Es ist zu seiner Ableitung blos nothwendig, den Satz experimentell zu erhärten, dafs wenn man zu den beiden Lichtern einer Farbengleichung je eins der beiden Lichter einer anderen Farbengleichung dazumischt, stets wieder eine Farbengleichung entsteht. Oder kurz, im Gebiete der Farben gilt der Satz:

I. Gleiches mit Gleichem gemischt giebt wieder Gleiches.

Für Spectralfarben folgt hieraus von selbst, dafs eine Farbengleichung von der Intensität der Farben unabhängig ist; z. B. kann man doppelte Intensität als Mischung jeder Seite der Farbengleichung mit sich selbst auffassen. HERING hat nun den Satz I durch zahlreiche Versuche bewiesen (Lotos, 1887; Abschn. IV), wobei eine Messung der Componenten der Mischungen gar nicht nothwendig war, worin eben der entscheidende Vortheil besteht. Aus I. hat er dann die NEWTON'sche Regel gefolgert, was durch die etwas umständlichen Erörterungen des ersten Abschnitts seiner Abhandlung vorbereitet worden war. Dieser Nachweis läfst sich durch einfachere und kürzere Ueberlegungen ersetzen. Wir schicken einige Sätze über das Rechnen mit Farbengleichungen voraus:

Dem Satz I. entspricht in der Rechnung:

II. Farbengleichungen darf man algebraisch addiren.

Und zwar gilt das auch, wenn negative Coefficienten vorkommen. Denn um die eigentliche Bedeutung solcher Gleichungen zu erkennen, mufs man sie (S. 243) so umschreiben, dafs auf beiden Seiten alle Coefficienten positiv sind. Dann darf man sie nach I. addiren, und dann kann man die Glieder mit Vorzeichenänderung wieder auf jene Seite schaffen, auf der sie ursprünglich standen. Das Resultat ist dasselbe, als ob man gleich ursprünglich algebraisch addirt hätte.

III. Man darf Farbengleichungen auch algebraisch subtrahiren.

Denn wenn man in der zu subtrahirenden Gleichung die beiden Seiten vertauscht und dann addirt, so kommt eine Gleichung heraus, die man (bis auf Gliederumstellungen auf die andere Seite) auch erhalten hätte, wenn man in der ursprünglichen Anordnung subtrahirt hätte. Aus dem bisherigen geht hervor:

IV. Man darf eine Farbengleichung mit einer Zahl multipliciren oder durch eine solche dividiren.

Ein Specialfall des Subtrahirens ist das Weglassen gleicher Ausdrücke beiderseits; hierauf läfst sich das Substituiren eines

Ausdrucks durch einen gleichen zurückführen, was also gestattet ist. Es seien z. B. in

1. $\alpha F + \alpha' F' + \ldots = \beta_1 F_1 + \ldots + \beta_n F_n$

vermöge der Gleichung

2. $\varkappa F_n = \mu_1 G_1 + \ldots\ldots\ldots + \mu_k G_k$

statt der Farbe F_n die Farben $G_1, \ldots G_k$ einzuführen, so kann man sich dies so bewerkstelligt denken, dafs man 1. mit $\varkappa$, 2. mit β_n multiplicirt, dann addirt, schliefslich beiderseits $\varkappa\, \beta_n\, F_n$ wegläfst. Ueberhaupt gelten dieselben Regeln, wie bei linearen algebraischen Gleichungen, wieviel Farben auch vorkommen mögen und gleichgültig, ob sie Spectralfarben oder zusammengesetzt sind. Wir werden immer voraussetzen, dafs in den Farbengleichungen, von denen wir ausgehen, die algebraischen Summen der Coefficienten (die „Gewichte") beiderseits gleich sind. Dann gilt dasselbe auch für alle nach den bisherigen Regeln daraus abgeleiteten Gleichungen; also:

V. Beiderseits jeder Farbengleichung sind die algebraischen Summen der Coefficienten gleich.

Wenn man andererseits zwei beliebige Paare äquivalenter Kräftesysteme hat:

S_1 äqu. S'_1,
S_2 „ S'_2,

so ist aus der Mechanik bekannt:

VI. Das durch Zusammenfassung von S_1 und S_2 entstehende Kräftesystem ist dem aus S'_1 und S'_2 ebenso hervorgehenden äquivalent.

Wir wollen jetzt jeder richtigen Farbengleichung, in der alle Farben ihre Bilder in einer Maxwell'schen Tafel schon haben, folgende mechanische Analogie zur Seite gestellt denken:

VII. Wir legen eine Schaar paralleler Geraden beliebiger Richtung und zwar durch das Bild P_i jeder in der Gleichung auftretenden Farbe F_i je eine Gerade γ_i. Je nachdem der zu F_i gehörige Coefficient m_i positiv oder negativ ist, lassen wir längs γ_i eine Kraft in dem einen oder anderen Sinne wirken, deren Gröfse gleich dem absoluten Betrag von m_i ist.

Aus VI geht nun hervor:

VIII. Wenn es bei einer Anzahl von Farbengleichungen $g, g', \ldots.$ zutrifft, dafs die Kräftesysteme,

die den beiden Seiten einer Gleichung nach der Regel VII zugeordnet wurden, einander äquivalent sind, so bleibt dieser Umstand erhalten, wenn man die Gleichungen addirt.

Denn wendet man auf die neue Gleichung die Regel VII an, so wird jeder Seite ein Kräftesystem zugeordnet, das man auch erhält, wenn man die in g, g', ... derselben Seite zugeordneten Kräftesysteme zusammenfafst. Da man Subtraction von Farbengleichungen stets als algebraische Addition auffassen kann, so gilt das analoge auch für die Subtraction, überhaupt für alle zulässigen Operationen.

Nun construiren wir eine MAXWELL'sche Tafel in folgender Weise: Drei beliebige Farben F_1, F_2, F_3, von denen keine aus den beiden anderen mischbar ist, werden durch drei beliebige Punkte P_1, P_2, P_3, die nicht in gerader Linie liegen, abgebildet. Jedes Symbol F oder f bedeute zugleich die Maafseinheit der betreffenden Qualität, die für die drei Grundfarben F_1, F_2, F_3 willkürlich festgesetzt werden kann. Jeder vierten Farbe F entspricht eine Farbengleichung (§ 3) (eine „Grundgleichung")

$$3.\quad m\,F = m_1\,F_1 + m_2\,F_2 + m_3\,F_3,$$

wobei rechts auch negative Coefficienten auftreten können. Indem wir rechts nach der Regel VII ein Kräftesystem zuordnen, wollen wir den Schnittpunkt seiner Resultirenden R mit der Ebene P_1, P_2, P_3 als das Bild P von F und die Maafszahl von R als Maafszahl der Intensität der neuen Farbe definiren. Da die Resultirende paralleler Kräfte der Gröfse nach die algebraische Summe der Componenten ist, wird also sein:

$$m = m_1 + m_2 + m_3.$$

Jetzt ist für jede Farbe ihr Bildpunkt und ihre Maafseinheit definirt. Zu zeigen ist, dafs der Satz gilt:

IX. Wenn die Farbe F in einer beliebigen Farbengleichung auftritt, und man construirt ihr Bild B nach der dieser Gleichung entsprechenden (erweiterten) Schwerpunktsregel, so ist B identisch mit dem durch 3. definirten Bilde P.

Es sei

$$4.\quad \mu\,F = \mu_1\,f_1 + \mu_2\,f_2 + \ldots + \mu_n\,f_n$$

diese Farbengleichung (wir können $\mu\,F$ immer links isoliren).

Wir führen vermöge der Gleichungen, durch welche jede Farbe f mit den Grundfarben zusammenhängt, nämlich (man kann die Coefficienten links durch Division auf eins bringen)

$$5. \quad \begin{cases} f_1 = \varkappa_1 F_1 + \varkappa'_1 F_2 + \varkappa''_1 F_3 \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ f_n = \varkappa_n F_1 + \varkappa'_n F_2 + \varkappa''_n F_3 \end{cases}$$

$$(\varkappa_\nu + \varkappa'_\nu + \varkappa_\nu = 1 \text{ für jeden Index})$$

in 4. die Grundfarben ein und erhalten

$$6. \quad \mu F = (\mu_1 \varkappa_1 + \mu_2 \varkappa_2 + \dots + \mu_n \varkappa_n) F_1 + \\ + (\mu_1 \varkappa'_1 + \dots + \mu_n \varkappa'_n) F_2 + \\ + (\mu_1 \varkappa''_1 + \dots + \mu_n \varkappa''_n) F_3.$$

Diese Gleichung mufs (bis auf einen etwaigen Factor, der auf die Lage der Resultirenden keinen Einflufs hat) mit 3. identisch sein, weil zwischen den vier Farben nur eine einzige Farbengleichung besteht.[1] Wir können aus 6. wieder 4. zurückerhalten, wenn wir nach $\mu_1, \dots \mu_n$ ordnen:

$$7. \quad \mu F = \mu_1 (\varkappa_1 F_1 + \varkappa'_1 F_2 + \varkappa''_1 F_3) + \dots \\ \dots + \mu_n (\varkappa_n F_1 + \varkappa'_n F_2 + \varkappa''_n F_3).$$

m. a. W.: wir können die beliebige Farbengleichung 4. auch erhalten, wenn wir passende Grundgleichungen 5. mit passenden Constanten $\mu_1, \dots \mu_n$ multipliciren, dann addiren, rechts anders zusammenfassen, und schliefslich rechts mit Benützung einer Grundgleichung F einführen, worauf (abgesehen von der Vertauschung der beiden Seiten) genau 4. herauskommt. Nun ist bekanntlich die Resultirende eines Kräftesystems davon unab-

---

[1] Wäre

$$m F = n_1 F_1 + n_2 F_2 + n_3 F_3$$

neben 3. eine zweite Gleichung zwischen F, F_1, F_2, F_3 (wir können die Coefficienten von F durch Multiplication der einen Gleichung mit einer passenden Zahl immer gleich machen), so würde folgen:

$$m_1 F_1 + m_2 F_2 + m_3 F_3 = n_1 F_1 + n_2 F_2 + n_3 F_3$$

oder

$$(m_1 - n_1) F_1 = (n_2 - m_2) F_2 + (n_3 - m_3) F_3,$$

d. h. eine der drei Farben wäre aus den beiden anderen gegen die Voraussetzung mischbar. Der Widerspruch verschwindet nur, wenn $m_1 = n_1$, $m_2 = n_2$, $m_3 = n_3$, in welchem Falle die letzte Gleichung nichts anderes aussagt als $0 = 0$.

hängig, in welcher Reihenfolge man die Kräfte zur Construction heranzieht, und wie man sie zu Gruppen zusammenfaſst. Der Punkt B, der durch mechanische Deutung von 4. oder 7. erhalten wurde, muſs also zusammenfallen mit P, der durch mechanische Deutung von 3. oder 6. erhalten wurde. Denn in 6. und 7. unterscheiden sich die rechten Seiten nur durch andere Anordnung und Zusammenfassung der Glieder, wenn auch vielleicht die spectrale Zusammensetzung der in 3. und 4. auftretenden Farben ganz verschieden ist; die wirklichen spectralen Zusammensetzungen der Farben gehen in die Rechnung gar nicht ein.

Etwas anders ausgedrückt: Wie eben gezeigt, kann man jede Farbengleichung aus Grundgleichungen der Form 3. oder 5. durch zulässige Operationen erhalten. Da nun bei diesen Grundgleichungen die Voraussetzungen der Sätze V. und VIII. ex definitione zutreffen, so muſs dieser Umstand auch bei einer beliebigen Farbengleichung erhalten bleiben. Wenn also insbesondere auf der einen Seite nur eine Farbe steht, muſs die ihr entsprechende Kraft die Resultirende des Systems der anderen Seite sein, womit IX neuerdings bewiesen ist.

Man sieht in der That, daſs dieser Beweis wesentlich auf dem Satze I. beruht und auf dem Umstand, daſs zwischen je 4 Farben eine Farbengleichung besteht. Jedoch braucht man blos die Existenz dieses Umstands zu kennen (um zu wissen, daſs man gerade mit drei unabhängigen Grundfarben auskommt), aber nie die numerischen Werthe der Coefficienten irgend einer Gleichung. Die Rechnungen mit Farbengleichungen stehen in vollständiger Analogie mit der Punktrechnung GRASSMANN's (Ausdehnungslehre, Ges. W. I^a und I^b).[1]

§ 6. Weiteres über Farbenkörper.

Die bisherige Uebersicht zeigt deutlich, daſs das Problem des Farbenkörpers aus dem Problem des Mischungsgesetzes ent-

[1] Ordnet man also die Farbenmannigfaltigkeit nach dem Mischungsgesetz, so stellt sie sich in der Ausdrucksweise der Mathematiker als linear heraus, während dies bei Anordnung nach Distanzvergleichungen, wie sie der psychologische Farbenkörper erfordert, nicht der Fall zu sein braucht. Es ist eben merkwürdig, dafs im Farbencontinuum auf zwei wesentlich verschiedene Arten mathematisch ausdrückbare quantitative Beziehungen zwischen den verschiedenen Qualitäten gefunden werden können.

standen ist. Es werden auch alle praktischen Methoden einen Farbenkörper zu finden oder zu prüfen, mit dem Verfahren der Farbenmischung verquickt bleiben. Aber trotzdem ist das Problem des psychologischen Farbenkörpers vom Mischungsgesetz theoretisch vollkommen unabhängig. Denn es fordert nur, die irgendwie gegebenen Farbenempfindungsinhalte in eine Anordnung zu bringen, wie sie den Anforderungen des § 1 entspricht. Die idealste Verwirklichung eines Farbenkörpers wäre es also, wenn man an jede Stelle eines passenden Stücks des Raumes unwandelbar die Farbe heften könnte, deren Bild jene Stelle sein soll. Könnten wir uns jede beliebige Farbennuance einschliefslich aller objectiven Intensitäten irgendwie ohne Mischung verschaffen, so könnten wir der Farbenmischung ganz entrathen, und das Problem des psychologischen Farbenkörpers behielte immer noch seinen guten Sinn, der bei dieser Fiction erst recht ganz rein zum Vorschein kommt.

Da zur praktischen Ausführung eines Farbenkörpers thatsächlich nur eine beschränkte Anzahl von Pigmenten vorliegt, und auch diese erst durch Angabe ihrer Beleuchtung eindeutig als Reize definirt sind, werden die Versuche, eine Farbentafel wirklich zu malen, einen zweifelhaften Werth haben. Es wird also am präcisesten sein, den Reiz physikalisch durch Angabe der Art (Wellenlänge) und Intensität der Spectralfarben zu definiren, die in ihm vorkommen, und alle Reize, die man benöthigt (wobei von physiologisch äquivalenten nur einer vertreten zu sein braucht), aus möglichst wenigen Spectralfarben zu mischen. Indem man nun zu jedem Punkt des Raumes, der noch im Farbenkörper liegt, sich den Reiz hingeschrieben denkt[1], wird man von der Voraussetzung abhängig, dafs derselbe Reiz (wenigstens in der Person, für welche der Farbenkörper gelten soll) immer gleiche Empfindungen hervorruft, weil man sonst nicht mehr wüfste, welche Empfindung durch Angabe des Reizes

[1] Wenn wir uns jetzt jeden Farbenkörper als eine Anordnung physikalischer Reize denken, so braucht deshalb ein solcher Farbenkörper selbst noch nicht physikalisch zu sein, sondern er kann physiologisch oder psychologisch sein, je nachdem die Anordnung der Reize nach physiologischen Grundsätzen oder nach den psychologischen Merkmalen der entsprechenden Empfindungen vorgenommen wurde. Es werden eben die Reize nur als Zeichen der Empfindungen verwendet, weil man die Empfindungsinhalte selbst nicht an die betreffende Stelle des Raumes hinzaubern kann.

bezeichnet werden soll. Aber auch diese Voraussetzung ist nur deshalb nothwendig, weil wir die Empfindungen praktisch von ihren Reizen nicht loslösen können. Principiell wäre es gar nicht nothwendig, bei der Frage des psychologischen Farbenkörpers von den Reizen und dem Zustand der Netzhaut überhaupt zu reden, wenn wir uns ohne den Umweg über die Reize über unsere Empfindungen verständigen könnten, und wenn wir die Empfindungen willkürlich ohne Reize hervorrufen könnten. Denn der psychologische Farbenkörper soll eben nur innere Beziehungen zwischen den Empfindungen zum Ausdruck bringen, die sich nicht ändern, solange sich die Empfindungen selbst nicht ändern. Ja sogar, wenn z. B. wegen Ermüdung der Netzhaut demselben Reiz allmählich andere Empfindungen entsprechen, ändert sich dadurch am psychologischen Farbenkörper nichts Wesentliches, sondern nur an der Zuordnung der Empfindungen (und deshalb der Punkte des Farbenkörpers) zu den Reizen. Man wird zu den Punkten des Farbenkörpers für das ermüdete oder sonst alterirte Auge andere definirende Reize hinschreiben müssen, aber die Punkte des Farbenkörpers selbst wird man in ihrer gegenseitigen Lage nicht ändern dürfen, die eben das Wesen des psychologischen Farbenkörpers ausmacht.

Sind aufserdem physikalische oder physiologische Farbenkörper in derselben Weise gegeben, sodafs an jedem Punkt des Körpers der zugehörige physikalische Reiz steht, so sind alle diese Farbenkörper von selbst auf einander und auf den psychologischen abgebildet, wenn man alle Punkte als zugeordnet betrachtet, bei denen gleiche physikalische Reize stehen.

Eine solche Abbildung des psychologischen auf einen physikalischen Farbenkörper schliefst zugleich alle denkbaren Erweiterungen des Weber-Fechner'schen Gesetzes in sich. D. h. sie enthält alle Beziehungen zwischen den Reizdistanzen und den Empfindungsdistanzen und läfst namentlich die Abhängigkeit der letzteren von den ersteren ablesen, wenn auch die Art der graphischen Darstellung durchaus verschieden ist von der Art, wie das Fechner'sche Gesetz, das für das Gebiet des Lichtsinns nur einen sehr speciellen Fall der Beziehungen zwischen Reiz und Empfindung behandelt, veranschaulicht zu werden pflegt. Nehmen wir z. B., um dies zu erläutern, an, dafs im physikalischen Farbenkörper Reize gleicher Qualität durch Punkte auf einer

Geraden abgebildet werden, deren Abstand von einem festen Punkte der physikalischen Intensität proportional ist, und fassen wir eine Reihe von Reizen $r_1, r_2 \ldots r_n$ ins Auge, die eine geometrische Reihe bilden; wir setzen ferner voraus, dafs im ganzen Gebiete, dem diese Reihe entnommen ist, für die betreffende Qualität das WEBER'sche Gesetz gelte. Dann müssen wir nach der Forderung b) für den psychologischen Farbenkörper die entsprechende Empfindungsreihe $E_1, E_2, \ldots E_n$ durch eine Punktreihe abbilden, deren benachbarte Individuen von einander constante Abstände haben. Wenn die Reihe der E überdies geradläufig ist, und wenn mit $e_\mu - e_\nu$ die Strecke zwischen den Bildern P_μ und P_ν der Empfindungen E_μ und E_ν bezeichnet wird [1], mit $r_1, r_2, \ldots$ nicht nur die Reize selbst, sondern auch die Abstände ihrer Bilder vom Bild des Nullpunkts; so folgt jetzt rein mathematisch durch genau dieselbe Rechnung, die in MEINONG's „Ueber die Bedeutung des WEBER'schen Gesetzes", § 29 (*diese Zeitschr.* Bd. XI) mitgetheilt ist, dafs

$$1. \quad e_\mu - e_\nu = C. \log \frac{r_\mu}{r_\nu},$$

wobei C eine Constante, μ, ν beliebige Zahlen aus der Reihe $1, 2, \ldots n$ sind. Die Einwände, die der Verfasser selbst gegen die Ableitung macht, bestehen diesfalls nicht, weil $e_2 - e_1, e_3 - e_2 \ldots$ Strecken sind und also addirt werden können. Die rechte Seite von 1. ist nur von Strecken des physikalischen Farbenkörpers abhängig, die linke ist eine Strecke des psychologischen. Die Beziehung zwischen diesen Strecken, die durch 1. ausgedrückt ist, giebt den eigentlichen Inhalt des FECHNER'schen Gesetzes wieder und läfst erkennen, wie bei einer Reizreihe constanten Abstands die Bilder der Empfindungen nach dem logarithmischen Gesetz immer näher zusammenrücken. Aber eine logarithmische Curve, wie bei den gewöhnlichen graphischen Versinnlichungen, tritt hier nicht auf, weil wir Reize und Empfindungen nicht in einer und derselben Figur abbilden, sondern durch zwei ganz getrennte räumliche Schemata darstellen; auch werden die Empfindungen nicht durch Strecken, sondern durch Punkte abge-

[1] Ein einzelnes Symbol e_ν bedeutet sonach die Entfernung des Punktes P_ν von einem beliebigen festen Punkte P der Geraden, auf der alle P_ν liegen. Denn bei Aenderung von P ändern sich die Differenzen der Entfernungen der P_ν nicht.

bildet, und erst den Empfindungs**distanzen** sind vermöge der Punktdistanzen auch Strecken zugeordnet. Sind beide Schemata, d. h. der physikalische und der psychologische Farbenkörper, einzeln richtig construirt, so wird nun aus obigem Beispiel ersichtlich sein, wieso die erwähnte Abbildung beider aufeinander alle Beziehungen zwischen Reiz und Empfindung darstellen mufs. Dabei ist von einer Empfindungsintensität oder gar der Messung einer solchen gar nicht die Rede. Es braucht überhaupt bei Aufstellung des psychologischen Farbenkörpers gar nicht erörtert zu werden, **wonach** die Farbenempfindungen abgestuft sein können, ob etwa blos nach Qualität, Intensität und Sättigung, ferner ob und in welchem Umfang diese Bestimmungsstücke sich unabhängig von einander ändern können. Sondern alle dreifach unendlich vielen Farbenempfindungen sind als gleichberechtigte Individuen zu betrachten, deren Anordnung in Form eines Farbenkörpers durch Abstandsrelationen **allein** bestimmt sein mufs[1], wenigstens sobald gewisse Anfänge der Anordnung schon vorliegen (s. auch S. 229), ähnlich wie, wenn die Lage mindestens dreier Punkte eines festen Körpers bekannt ist, die Lage jedes weiteren Punktes blos durch Abstände von bekannten Punkten bestimmt werden kann. Deshalb ist zur Aufstellung des psychologischen Farbenkörpers die Kenntnifs der Abhängigkeit der Empfindungen von den Reizen principiell gar nicht nothwendig, sondern umgekehrt wäre jene Aufstellung das beste Mittel, diese Abhängigkeit zu finden.

Bei Aufstellung eines psychologischen Farbenkörpers ist zunächst soviel willkürlich, als bei der Orientirung eines starren Körpers im Raum. Denn die Orientirung des Farbenkörpers im Raum ist für die inneren Beziehungen seiner Punkte gleichgültig. Aber auch geometrisch ähnliche (und symmetrische) Farbenkörper sind äquivalent, sodafs 7 willkürliche Parameter vorhanden sind.

---

[1] **Nachträglich** wird es allerdings eine wichtige Frage sein, welche Linien im psychologischen Farbenkörper etwa den physikalisch blos nach Intensität abgestuften Reizen entsprechen, überhaupt welche Linien irgendwie ausgezeichneten Linien des einen Farbenkörpers im anderen entsprechen.

§ 7. Ueber die Abbildung eindimensionaler Farbencontinua; ausgezeichnete eindimensionale Continua.

Nach alledem wird man fragen, wie man den psychologischen Farbenkörper finden, beziehungsweise entscheiden kann, ob einer existirt. Im bejahenden Falle wird die Auffindung wohl immer nur so geschehen können, daſs man hypothetisch einen Farbenkörper oder gewisse Eigenschaften desselben annimmt und dann prüft, ob er die Bedingungen des psychologischen Farbenkörpers erfüllt.[1] Es ist ja auch sonst in den Naturwissenschaften nicht möglich, eine Gruppe von Naturerscheinungen auf directem Wege in ein Maaſsgesetz zu fassen, sondern es können nur bestimmte Hypothesen geprüft werden. Hat man z. B. zu einer groſsen Zahl von Einfallswinkeln ε die entsprechenden Brechungswinkel β für den Uebergang des Lichtes von einem Medium in ein anderes gemessen, so giebt es keine Universalformel, in die man die Werthe der Winkel nur einzusetzen brauchte, damit das Brechungsgesetz $\frac{\sin \varepsilon}{\sin \beta} = \text{const.}$ herausspringt; sondern man kann nur dieses versuchsweise angenommene Gesetz durch Experimente bestätigen. Ein classisches Beispiel für diese methodologische Thatsache bildet auch die Auffindung der KEPLER'schen Gesetze. Man wird also keinen directen Weg zur Auffindung des etwaigen psychologischen Farbenkörpers verlangen können, wohl aber läſst sich einiges darüber sagen, wie man einen Farbenkörper daraufhin prüfen kann, ob er psychologisch ist, und der Plan zu einigen nützlichen Voruntersuchungen läſst sich entwerfen:

Aus dem Gesammtgebiet der Farbenempfindungen kann man in mannigfacher Weise eindimensionale Continua herausgreifen, die entweder durch ihre Entstehungsweise oder begrifflich definirt sein können. Unter den ersteren sind jene besonders leicht herzustellen und spielen bei den experimentellen Untersuchungen eine groſse Rolle, die sich durch Mischung zweier Farben (auf dem Farbenkreisel oder aus Spectralfarben) ergeben. Wir wollen sie der Einfachheit halber M i s c h c o n t i n u a nennen.

---

[1] Im Fall der Nichtexistenz könnte die Entscheidung vielleicht einfacher erfolgen; s. z. B. den Satz am Schluſs dieses §.

Damit durch zwei Spectralfarben nur ein eindimensionales Mischcontinuum definirt sei, mufs man jede aus ihnen erhaltbare Qualität noch ihrer Intensität nach passend individualisiren, am besten dadurch, dafs man verlangt, die Summe der physikalischen Intensitäten soll constant sein, wobei jede einzelne Intensität mit einem willkürlichen (aber immer mit demselben) Maafs gemessen werden kann. Wenn man die Spectralfarben durch spaltförmige Oeffnungen sendet, bevor man sie vereinigt, so kann man (was auf dasselbe hinauskommt) vorschreiben, dafs die Summe der Spaltbreiten constant sein soll.[1]

Unter den begrifflich definirten Continuen sind zunächst die kürzesten Linien hervorzuheben. Man kann ihre Definition nicht unmittelbar aus der Geometrie ins Farbencontinuum übertragen, weil man hier keinen Streckenbegriff und daher auch keinen Längenbegriff für eine Linie hat, sondern man mufs die Definition so fassen, dafs nur Vergleichung von Distanzen in Farbenpaaren ausgeführt wird (§ 1). Aber die Modification liegt nahe: Wenn wir zwischen zwei Farben F_0 und F_n die Reihe F_1, F_2, ... F_{n-1} so einschalten, dafs die Distanzen $F_0\,F_1$, $F_1\,F_2$, ... $F_{n-1}\,F_n$ als gleich beurtheilt werden, so liegen die Farben F_0, F_1, ... F_n auf einer kürzesten Farbenlinie, wenn bei gleicher Schrittzahl (n) in jeder anderen F_0 und F_n verbindenden Reihe F'_1, F'_2, ... F'_{n-1} die (wieder einander gleichen) Distanzen $F_0\,F'_1$, $F'_1\,F'_2$, ... $F'_{n-1}\,F_n$ gröfser sind, als in der ersten Reihe. Es könnte nun scheinen, dafs hier ebensowenig eine Einschränkung auf kleine Schritte[2] nothwendig ist, als überhaupt die Methode

[1] Man könnte auch Mischcontinua betrachten, bei denen die Intensität der einen Componente constant bleibt, die der anderen alle möglichen Werthe annimmt; wir bleiben aber immer bei den Annahmen des Textes. Analog kann man durch drei Spectralfarben ein zweidimensionales Mischcontinuum definiren, wenn man die Bedingung hinzufügt, dafs die Summe der Intensitäten constant sein soll. (Vgl. das Verfahren bei der Aufstellung einer MAXWELL'schen Farbentafel.) Auch eine einzelne Farbe in allen möglichen Intensitäten kann als eindimensionales Mischcontinuum aufgefafst werden. Denn wenn man durch zwei Spalten dieselbe Spectralfarbe S, aber mit verschiedenen Intensitäten pro Flächeneinheit des Spaltes schickt, so erhält man nach Vereinigung der beiden Componenten wieder die Farbe S, und zwar in allen zwischenliegenden Intensitäten, wenn man die Spaltbreiten so ändert, dafs ihre Summe constant bleibt.

[2] Man hat in der Psychophysik häufig die „eben merklichen" Unterschiede bevorzugt und es als selbstverständlich betrachtet, dafs sie ein

der übermerklichen Distanzen auf kleine Distanzen beschränkt ist. Allein man ist nicht sicher, ob die Lage der kürzesten Linie zwischen zwei festen Farben bei dieser Allgemeinheit der Definition nicht noch von der Anzahl der Zwischenglieder abhängt. In der That würde die Voraussetzung der Unabhängigkeit eine specielle Voraussetzung über die Natur der Farbenmannigfaltigkeit involviren.[1] Wir beschränken daher die Distanzen, von denen in der Definition die Rede ist, auf hinreichend kleine, mit dem Bewufstsein, auch so blos ein Compromifs zwischen den Anforderungen der Strenge und der Verwendbarkeit der Definition geschlossen zu haben. Die der Geometrie analogen kürzesten Linien würde man in einer beliebigen (nicht ebenen) Mannigfaltigkeit erst erhalten, wenn man die verwendete Distanz gegen Null limitiren läfst.

Man begegnet nun in der Literatur der Annahme, dafs kürzeste Farbenlinien durch Gerade abgebildet werden müfsten, und dafs dann selbstverständlich auch alle Analogien, die aus dieser Annahme folgen, stichhaltig seien. Jedoch ist zunächst die allgemeinere Frage, ob für ein beliebig vorgegebenes eindimensionales Farbencontinuum die Abbildung durch eine Gerade den Anforderungen eines psychologischen Farbenkörpers nicht widerspricht, auf folgende Weise einer experimentellen Prüfung fähig: Man hebe aus dem Continuum eine Reihe von Farben heraus, von denen jede von der folgenden gleich weit absteht (man bilde eine „Reihe constanten Abstands"). Die Farben seien mit den Nummern

$$1, 2, 3, \ldots\ldots n$$

Specialfall der „gleich merklichen" seien. S. jedoch Meinong, Ueber die Bedeutung des Weber'schen Ges. (*diese Zeitschr.* Bd. XI), § 11. Wir vermeiden daher die Verwendung ebenmerklicher Distanzen.

[1] Die geometrische Analogie, welche dies klar macht, ist folgende: Wenn man auf einer krummen Fläche von einem Punkte P_0 zu einem anderen P_n mittels der Zwischenpunkte $P_1, P_2, \ldots\ldots P_{n-1}$ so hindurchgehen will, dafs die einander gleichen Distanzen $P_0 P_1, P_1 P_2, \ldots P_{n-1} P_n$ (im Raume, nicht auf der Fläche gemessen) möglichst klein sind, so werden diese Zwischenpunkte i. A. nicht auf der kürzesten (geodätischen) Linie der Fläche zwischen den zwei gegebenen Endpunkten liegen. Erst wenn man die Distanz zweier benachbarten Zwischenpunkte (bei gleichzeitiger Vermehrung derselben) gegen Null limitiren läfst, rücken ihre Grenzlagen in die kürzeste Linie ein.

bezeichnet. Nimmt man nun von dieser Reihe nur jedes zweite Glied, also die Farben

1, 3, 5, ...

oder jedes dritte Glied, also

1, 4, 7, ... , u. s. w.

(wobei man mit einer beliebigen Farbe beginnen kann), so ist es (selbst für die Reihe Weifs-Grau-Schwarz) durchaus nicht a priori evident, dafs auch diese neuen Reihen, die „Theilreihen", Reihen constanten Abstands sein müssen.[1] Wäre es nicht der Fall, so wäre eine Gerade zur Abbildung des betreffenden Continuums ungeeignet (§ 1), weil die Gerade eben die analoge Eigenschaft besitzt. Aber auch die Kreislinie besitzt sie; dies liegt daran, dafs ihr (ebenso wie der Geraden, welche die Krümmung Null hat) ein constantes Krümmungsmaafs zukommt. Endlich hat noch die Schraubenlinie dieselbe Eigenschaft.[2]

Wenn dagegen z. B. in der Theilreihe 1, 3, 5, . . . die Abstände der Empfindungen abnehmen würden, während 1, 2, 3, 4, ... selbst eine Reihe constanten Abstands ist, so wäre eine Curve (Fig. 5), deren Krümmung in der Richtung 1, 2, 3, . . .

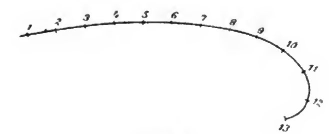


Fig. 5.

[1] Meines Wissens hat zuerst LUDWIG LANGE (Ueber das Maafsprincip der Psychophysik und den Algorithmus der Empfindungsgröfsen, WUNDT's *Philos. Studien*, Bd. X) ein ähnliches Bedenken geäufsert: Ist das für die Gröfse „des Quotienten $\frac{e_3 - e_2}{e_2 - e_1}$ zu gewinnende Resultat unabhängig davon, was für eine fundamentale Sprossenweite man anwendet?" Die 1894 veröffentlichte Abhandlung ist (wie der Verfasser angiebt) 1886 verfafst. Ich habe (unabhängig von LANGE) Nov. 1887 in der unter Leitung Prof. MEINONG's stehenden philos. Societät der Universität Graz die hier gegebene Methode zur Prüfung eindimensionaler Continua skizzirt, die noch allgemeineren Fragestellungen als dem Einwand LANGE's gerecht wird.

[2] Bei Raumcurven unterscheidet man eine „erste" und eine „zweite" Krümmung (Torsion); die Schraubenlinie ist die einzige Raumcurve, deren beide Krümmungen constant sind.

in passender Weise zunimmt, und auf der die Punkte 1, 2, 3, 4, . . . ebenfalls mit constanter Zirkelöffnung abgetragen sind, zur Abbildung des Empfindungscontinuums vielleicht geeignet. Wir können also den Satz aussprechen: Im psychologischen Farbenkörper kann ein eindimensionales Continuum C durch eine Curve constanter Krümmung (Gerade, Kreis, Schraubenlinie) nur abgebildet werden, wenn von jeder Reihe constanten Abstands, die aus C entnommen ist, auch alle Theilreihen Reihen gleichen Abstands sind. Es ist, was für die Frage des psychologischen Farbenkörpers wichtig wäre, noch nicht untersucht worden, welche ausgezeichneten Continua diese Bedingung erfüllen; alle die es thun, wollen wir Farbencontinua constanter Krümmung nennen.

Wir haben nun schon viererlei durch irgend eine Eigenschaft ausgezeichnete eindimensionale Farbencontinua kennen gelernt:

1. Die kürzesten Linien.
2. Die Linien constanter Krümmung.
3. Die Linien constanter Richtung.
4. Die Mischcontinua.

Die Eigenschaft, durch welche diese vier Arten von Linien definirt wurden, sind begrifflich von einander vollkommen unabhängig. Die Möglichkeit ihrer thatsächlichen Verschiedenheit wollen wir zunächst an einer geometrischen Analogie erläutern (bei der freilich ein Analogon der Mischcontinua nicht auftritt). Wir besitzen nämlich auch in unserem Raume (allerdings nur zweidimensionale) Continua, bei denen diese Linien nicht nur der Definition nach, sondern auch thatsächlich auseinander treten: Die kürzesten Linien auf einer beliebigen krummen Fläche haben (von Specialfällen abgesehen) keine constante Krümmung, sind noch weniger gerade. Auf jeder krummen Fläche giebt es kürzeste Linien, aber nicht auf jeder solche constanter Krümmung.

Denken wir uns einen Farbenblinden, z. B. einen total Roth-Grün-Blinden, so ist dessen Farbenmannigfaltigkeit nur zweidimensional. Nehmen wir an, es sei für ihn nur möglich, durch Anordnung der Farben auf einer krummen Fläche die Bedingungen des psychologischen Farbenkörpers zu erfüllen. Weil nun der Farbenblinde bei der Construction seiner kürzesten

Farbenlinien nicht aus dieser Fläche herauskann, so kommt als Kürzeste zwischen zwei Punkten A und B seiner Farbentafel nur die kürzeste Linie auf der krummen Fläche zwischen A und B in Betracht, wenn auch (nach der Voraussetzung über die Grundeigenschaften eines zutreffenden psychologischen Farbenkörpers, § 1, Forderung b)) die gerade Verbindungsstrecke AB als Maafs für die Verschiedenheit der Farbenempfindungen A und B zu betrachten ist. Auch sieht man, dafs hier die Farbentafeln, die durch Abwickelung oder Biegung aus einander hervorgehen, nicht äquivalent sind.

So wenig nun diese krumme Farbentafel in einer Ebene untergebracht werden kann, obwohl beide zweidimensional sind, ebensowenig kann die Farbenmannigfaltigkeit eines Farbentüchtigen, obgleich sie wie unser Raum dreidimensional ist, in diesem untergebracht oder auf ihn nach den Grundsätzen für den psychologischen Farbenkörper abgebildet werden, falls sie nicht selbst schon „eben" ist, welcher Ausdruck für Farbenmannigfaltigkeiten in Anlehnung an die den Mathematikern geläufigen Begriffe im § 9 definirt werden wird. Wir verweilen noch einen Augenblick bei den ausgezeichneten Linien:

1. und 2. (S. 258) lassen sich in jedem Continuum, in welchem wir Distanzvergleichungen vornehmen können, 3. in jedem Continuum, in dem wir Richtungsvergleichungen vornehmen können, so wie hier definiren; aber 2. und 3. brauchen nicht in jedem solchen Continuum wirklich vorhanden zu sein. Fürs Farbencontinuum steht nur die Existenz von 1. und 4. von vornherein fest. Aber auch angenommen, dafs alle vier Arten hier wirklich vorhanden sind, ist nicht evident, dafs 1., 3. und 4. identisch und unter den 2. enthalten sind. Bevor dies nicht empirisch festgestellt ist, sind sie sorgfältig auseinander zu halten, was aber in der Literatur nicht geschieht.[1] Ob eine Linie zu 2.

[1] So definirt MÜLLER (Zur Psychophysik d. Gesichtsempf. 34) die „psychische Qualitätenreihe" durch die „geradläufige und stetige Aenderung." Er versteht also darunter der Definition nach die Linien 3., sagt aber S. 35: „Die Unterschiede, welche zwischen den aufeinanderfolgenden Gliedern einer Empfindungsreihe bestehen, sind sämmtlich von gleicher Richtung, wenn alle Glieder der Reihe in derselben Reihenfolge in einer Empfindungsreihe vorkommen, die man erhalten würde, wenn man das Anfangsglied der Reihe auf einem kürzesten Wege in stetiger Weise in das Endglied überführte." Auch HERING meint (Zur Lehre vom Lichtsinne, S. 59), es sei

oder 3. gehört, kann ohne aus ihr heraus zu gehen entschieden werden, bei 3. freilich nur durch die Berufung auf die unmittelbare Schätzung (die Richtung habe sich nicht geändert), die in höherem Maafse unsicher sein wird, als die Prüfungsmethode bei 2., was aber für die begriffliche Seite der Sache, die wir hier im Auge haben, keinen principiellen Unterschied macht. Dagegen erfordert die Entscheidung, ob eine Linie zu 1. gehört, einen Vergleich mit Nachbarlinien.

Bezüglich des Continuums Schwarz-Grau-Weifs kann übrigens die Grundeigenschaft, dafs Theilreihen einer Reihe constanten Abstandes wieder Reihen constanten Abstandes sind, in dem Umfange als empirisch nachgewiesen gelten, als das Weber'sche Gesetz gilt. Denn die voraussetzungsloseste Form desselben sagt, dafs die Empfindungsdistanzen, die zu den Reizpaaren r_1, r_2 und r_3, r_4 gehören, als gleich geschätzt werden, wenn die Beziehung

$$\frac{r_2 - r_1}{r_1} = \frac{r_4 - r_3}{r_3}$$

besteht, aus der auch folgt

$$\frac{r_2}{r_1} = \frac{r_4}{r_3}.$$

Nennen wir q den gemeinsamen Werth der letzten beiden Verhältnisse, so entsteht, wenn man von einer geometrischen Progression mit dem Exponenten q jedes zweite, oder jedes dritte, . . . Glied heraushebt, wieder eine geometrische Progression (mit dem Exponenten q^2, oder q^3, ...). Auch in jeder Theilreihe der geometrischen Progression wird also das Verhältnifs benachbarter Glieder constant sein, was wieder die Constanz der Empfindungsdistanz zur Folge hat. Aber dieser Beweis aus dem Weber'schen Gesetz ist ein Umweg, weil er eine Beziehung zwischen Reiz und Empfindung heranzieht, während die Frage nach der Constanz der Krümmung eines Empfindungscontinuums eine Angelegenheit ist, die sich nur mit den inneren Beziehungen der Empfindungen selbst befafst.

Aus dem Weber'schen Gesetz folgt blos die Constanz des Krümmungsmaafses der betreffenden Reihe, aber nicht, dafs sich

---

einleuchtend, „dafs zwischen dem mittleren Grau und dem reinsten Weiss genau ebensoviel verschiedene Empfindungsqualitäten liegen müssen, wie zwischen eben demselben Grau und dem reinsten Schwarz."

die Paare benachbarter Empfindungen „in gleicher Richtung“ aneinanderschliefsen. Hierin besteht ein neues Bedenken gegen die Ableitung der logarithmischen Maafsformel aus dem WEBERschen Gesetz (abgesehen von den sonstigen Bedenken älterer und jüngster Zeit[1]). Der Einwand, man wisse nicht, ob die einer physikalischen Intensitätsänderung entsprechende Empfindungsänderung auch als Intensitätsänderung der Empfindung zu betrachten sei, ist zwar diesem verwandt, trifft aber die Sachlage nicht so präcis. Denn eine sog. „reine Intensitätsänderung“ wäre, soviel unseren Einwand betrifft, gar nicht nothwendig, sondern nur eine geradläufige Aenderung, nach einer beliebigen Richtung, die nicht irgendwie ausgezeichnet zu sein braucht.

Schliefslich möge ein Satz noch ausdrücklich ausgesprochen werden, der nach dem Vorhergehenden selbstverständlich ist: Findet man eine kürzeste Farbenlinie, die keine constante Krümmung hat, so ist ein psychologischer Farbenkörper unmöglich.

§ 8. Ueber surrogative Messung von Farbendistanzen.

Wir haben immer festgehalten, dafs im psychologischen Farbenkörper zwei Empfindungsdistanzen, die gleich erscheinen, durch zwei Punktpaare gleicher Distanz abzubilden sind, aus dem einfachen Grunde, weil bei dieser Art der Abbildung dafür gesorgt ist, dafs den Relationsgliedern (Fundamenten), die ursprünglich verglichen werden (den Inhalten der Farbenempfindungen) Raumpunkte so substituirt werden, dafs etwaige Urtheile über Distanzgleichheiten oder -verschiedenheiten bei Substitution der neuen Fundamente unverändert erhalten bleiben, und so die Farbendistanzen durch die anschaulicheren Raumdistanzen ersetzt werden. Mit Berufung auf diese Absicht bei der Abbildung könnte man die Frage, ob Farbendistanzen, die als gleich beurtheilt werden, auch wirklich gleich sind, und ob Farbendistanzen überhaupt gemessen werden können, von vornherein als für unser Thema gegenstandslos ablehnen. Wir wollen trotzdem dieser Angelegenheit noch etwas näher treten:

---

[1] S. hierüber MEINONG, „Ueber d. Bedeutung des WEBER'schen Gesetzes“, (*diese Zeitschr.* Bd. XI), 5. Abschn.

Anfangs setzte sich die Psychophysik das Ziel, die Intensität einer einzelnen Empfindung zu messen, indem man sie vom Nullpunkt aus durch eine bestimmte Zahl gleicher Schritte erreichbar dachte (die wirklichen Formulirungen waren noch viel unvorsichtiger). Wir übergehen die vielen Discussionen der letzten Jahrzehnte über die Frage psychischer Messungen und berufen uns gleich auf eine der jüngsten und tiefgehendsten Untersuchungen hierüber, nämlich Meinong's „Ueber die Bedeutung des Weber'schen Gesetzes" (*diese Zeitschr.* Bd. XI), der als eigentlichen Sinn der logarithmischen Maafsformel nach eingehender Kritik ihrer Grundlagen erkannt hat, dafs sie als Maafs der Verschiedenheit zweier Empfindungen zu betrachten sei. Im Gebiete des Farbensinnes wird man ohnehin weniger in Versuchung kommen, nach einem Maafs einer einzelnen Empfindung zu fragen, da es hier einen Nullpunkt der Empfindungen nicht giebt[1] (vgl. Hering, Zur Lehre vom Lichtsinn, bes. § 21). Auch der psychologische Farbenkörper giebt zu einer solchen Frage keinen Anlafs, ebensowenig wie man nach einem Maafs für einen einzelnen Raumpunkt fragen kann (Meinong, a. a. O. S. 118 des Sonderabdrucks). Erst bei Farbendistanzen beginnt das Problem. Wir haben uns bisher bei zwei solchen Distanzen nur das Urtheil zugemuthet, die eine sei „gleich, gröfser oder kleiner" als die andere; es fragt sich, ob man in irgend einem exacten Sinn die eine Distanz auch als ein Vielfaches der anderen betrachten und etwa so die erste durch die zweite messen kann. Da die Farbendistanzen zu den nicht theilbaren Gröfsen gehören, so kann eine solche Messung von vornherein nur surrogativ sein (a. a. O. § 15). Nun ist im psychologischen Farbenkörper jeder Farbe ein Punkt, also jeder Farbendistanz eine Punktdistanz, somit auch eine Strecke zugeordnet. Ich sehe nun kein Hindernifs, diese Strecken als Messungssurrogate zu betrachten, also Farbendistanzen dadurch zu messen, dafs man die im psychologischen Farbenkörper zugeordneten Punktdistanzen durch Strecken mifst. Dabei kann die einem beliebigen Farbenpaar zugeordnete Strecke als Einheit genommen werden. Obwohl bei Aufstellung des psychologischen Farbenkörpers nur Distanz-

[1] Deshalb scheint mir Müller's Definition der Intensität der Empfindungen (Zur Psychophysik der Gesichtsempf. S. 25) gerade für den Lichtsinn, für den sie zunächst verwerthet werden sollte, illusorisch.

gleichheiten verwendet wurden, kommen also doch die reicheren geometrischen Beziehungen des Raumes nachträglich auch dem Farbencontinuum zugute, wie das überhaupt bei surrogativen Messungen der Fall ist (a. a. O. § 16).

Es mag noch hervorgehoben werden, dafs bei dieser Messung der Farbendistanzen, wie aus der Definition des psychologischen Farbenkörpers hervorgeht, weder von der „Zahl der ebenmerklichen Unterschiede", noch von „Helligkeit, Intensität oder Qualität der Farbenempfindungen", noch von einem Nullpunkt der Empfindungen die Rede ist; ebensowenig wurde das WEBER'sche Gesetz (oder sonst eine Beziehung zwischen Reiz und Empfindung) verwendet; es könnte auch höchstens in ganz speciellen Richtungen im Farbencontinuum (den reinen Intensitätsänderungen im physikalischen Sinn) in Betracht kommen. Vielmehr haben wir in diesem Messungsverfahren wirklich eine „Bestimmung der Verschiedenheitsgröfse auf Grund der distanten Objecte selbst" (a. a. O. § 31, S. 141 des Sonderabdrucks) vor uns, während dies in dem von MEINONG untersuchten Gebiete nicht möglich war; das Charakteristische dieser Bestimmung kann eben bei eindimensionalen Continuen noch nicht hervortreten.

Wir haben die Messung der Farbendistanzen der Anschaulichkeit halber an den psychologischen Farbenkörper geknüpft; sie hängt aber nicht an der Existenz eines solchen, sondern, wie der nächste Paragraph lehren wird, blos an der Existenz eines „arithmetischen Farbenschemas", wäre freilich erst mit der wirklichen Aufstellung eines solchen vollzogen. Aber auch sonst ist ja mit der Definition eines Maafses das Verfahren der Messung nicht immer mitgegeben.

§ 9. Das arithmetische Farbenschema.

Wir wollen, um von geometrischen Betrachtungen, namentlich von der Beschränktheit der Dimensionen unseres Raumes, unabhängig zu werden, den analytischen Ausdruck der etwaigen krummen Fläche, welche die psychologische Farbentafel eines Farbenblinden (S. 258), oder einen partiellen Farbenkörper eines Farbentüchtigen bildet, aufgesucht denken; dann können wir die Fläche selbst zu den weiteren Begriffsbildungen entbehren und uns nur an die analytischen Eigenschaften des Ausdrucks halten.

Als hinreichend allgemeine Darstellung einer Fläche F kann ein Gleichungssystem

$$1.\quad \begin{aligned} x &= f\,(u, v) \\ y &= g\,(u, v) \\ z &= h\,(u, v) \end{aligned}$$

gelten, wobei x, y, z die rechtwinkeligen Coordinaten eines Punktes P, u und v zwei unabhängige Veränderliche sind. Aendert sich z. B. u allein, so beschreibt P eine Raumcurve, die ihrer Lage und Form nach vom Parameter v abhängt und sich continuirlich deformiren wird, wenn sich v stetig ändert; hierbei beschreibt sie die Fläche F.[1] Durch Elimination von u, v aus den 3 Gleichungen 1. entsteht eine Gleichung

$$2.\quad F\,(x, y, z) = 0,$$

die gewöhnlich „die Gleichung der Fläche" schlechtweg heifst.

Wir denken uns nun u und v als Maafszahlen quantitativ bestimmbarer physikalischer Vorgänge, durch deren Aenderung ein Reizcontinuum entsteht, welches das abzubildende Farbencontinuum hervorruft. Indem so jedem Werthepaar u, v (innerhalb gewisser Grenzen) eine Farbenempfindung, aber auch vermöge 1. ein Punkt des Raumes entspricht, sind auch den aus u, v erhaltbaren Farbenempfindungen Punkte des Raumes zugeordnet, die auf einer i. A. krummen Fläche liegen werden. Soll nun diese eine psychologische Farbentafel sein, so mufs sie vor Allem folgende Eigenschaft haben: Wenn wir zwei Farbenpaare F_1, F_2 und F_3, F_4 so auswählen, dafs die Distanzen $F_1 F_2$ und $F_3 F_4$ gleich befunden werden, so müssen auch die Distanzen $P_1 P_2$ und $P_3 P_4$ zwischen den entsprechenden Punktepaaren gleich sein, d. h. arithmetisch ausgedrückt: wenn P_m (das Bild von F_m) die Coordinaten x_m, y_m, z_m hat, mufs sein:

$$3.\quad \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2} = \sqrt{(x_4 - x_3)^2 + (y_4 - y_3)^2 + (z_4 - z_3)^2}.$$

Indem wir die Wurzelzeichen beiderseits weglassen dürfen, können wir sagen: Sollen die Gleichungen 1. eine psycho-

[1] S. irgend ein Lehrbuch der Flächentheorie, z. B. Bianchi-Lukat, Vorl. über Differentialgeom., § 1 und 32; oder die ausführlichere Darstellung von Joachimsthal, Anwendg. d. Differential- u. Integr.-Rechng. etc., § 22 ff.; oder Knoblauch, Einl. in d. allg. Th. d. krummen Fl. § 1.

logische Farbentafel darstellen, so müssen die Functionen f, g, h jedenfalls so gewählt sein, dafs für alle Farbenpaare F_i, F_k, für welche die Distanz constant ist, auch die Function

$$(x_k - x_i)^2 + (y_k - y_i)^2 + (z_k - z_i)^2 = D$$

einen constanten Werth hat.

Soll die durch 1. dargestellte Fläche F eine psychologische Farbentafel sein, so verlangen wir aufserdem die Erfüllung der Bedingung c) (S. 228). Wir wollen jedoch ohne Rücksicht darauf, ob diese Bedingung erfüllt ist, alle Werthetripel x, y, z, die durch 1. den Farben zugeordnet sind, in ihrer Gesammtheit ein arithmetisches Farbenschema nennen, wenn nur die andere ebenerwähnte Bedingung, die der Bedingung b) auf S. 228 entspricht, erfüllt ist. Das Wesentliche des arithmetischen Farbenschemas besteht nur darin, dafs jeder Farbe ein Werthetripel x, y, z so zugeordnet wird, dafs die Function D je zweier solcher Werthetripel zugleich mit den Farbendistanzen constant ist, aber nicht darin, dafs diese Zuordnung durch die Werthe u, v vermittelt wird. Hätte man irgend woher eine Tabelle, worin jeder Farbe unmittelbar ein Werthetripel x, y, z zugeordnet ist (auch die zugehörige Fläche kann jetzt entbehrt werden), so könnte man auch unmittelbar prüfen, ob diese Tabelle die Definition des arithmetischen Farbenschemas erfüllt, wobei von Reizen und Werthen u, v gar nicht die Rede wäre. Die Gleichungen 1. sind nur eine mögliche Form der Zuordnung zwischen den Werthetripeln und den Farben, die aus zweierlei Gründen gewählt wurde: Erstens wird aus praktischen Gründen die Vermittelung durch die Reize nicht zu vermeiden sein (§ 6), zweitens lassen sich bei dieser Form der Zuordnung die arithmetischen Beziehungen zwischen den Werthetripeln, überhaupt die Eigenschaften des arithmetischen Farbenschemas aus 1. ebenso herleiten, wie das analoge für die Beziehungen zwischen den Flächenpunkten der Fall ist, falls 1. eine Fläche bedeuten. Namentlich sieht man aus 1. auf den ersten Blick, von wieviel unabhängigen Veränderlichen das untersuchte Farbencontinuum abhängt. Die Functionen f, g, h sind für eine gegebene Fläche (Bianchi-Lukat, § 32) durchaus nicht eindeutig bestimmt (man kann statt u und v je eine beliebige Function dieser Gröfsen einsetzen; aufserdem ist die Lage der Fläche gegen das Coordinaten-

system unwesentlich); endlich kann das Reizcontinuum u, v eventuell noch sehr verschieden [1], jedoch optisch äquivalent, gewählt werden. Aus allen diesen mannigfachen Gründen ist auch für ein arithmetisches Farbenschema die Form der Functionen f, g, h nicht als wesentlich zu betrachten; analoges gilt für die folgenden Verallgemeinerungen.

Die Fläche F wird nur dann eine Ebene E sein, wenn die Elimination von u und v aus 1. auf eine lineare Gleichung führt. In diesem Fall hätte man aber das Coordinatensystem so wählen können, dafs E parallel zu einer Coordinatenebene oder selbst eine solche wäre; dann wären nurmehr zwei Zahlen jedes Werthetripels für dasselbe charakteristisch, denn die dritte wäre constant und fiele auch aus 3. heraus. D. h. es wäre von vornherein einfacher gewesen, blos Werthepaare statt Werthetripel den Farben zuzuordnen, um ein arithmetisches Farbenschema zu bilden. Dies ist, da die entsprechende Farbentafel eben ist, fast selbstverständlich, aber es wurde ausführlicher erörtert, um die Analogie mit dem folgenden (S. 269) deutlich zu machen.

Die Definition des arithmetischen Farbenschemas kann, wenn man von der geometrischen Deutung der Werthetripel x, y, z als Coordinaten absieht, rein arithmetisch gefafst werden, wodurch der Name gerechtfertigt ist. Dies ist auch der Grund dafür, dafs sie nach zwei Richtungen erweitert werden kann: Erstens kann die Zahl der unabhängigen Veränderlichen u, v, zweitens die der abhängigen x, y, z vermehrt werden. In ersterer Beziehung brauchen wir nicht über die Zahl 3 hinauszugehen, da wir schon wissen, dafs die Farben eine dreifache Mannigfaltigkeit bilden, die auch durch eine blos dreifache Reizmannigfaltigkeit hervorgerufen werden kann. [2] In letzterer Beziehung ist, wenigstens a priori, keine Beschränkung auferlegt. Hat doch Meinong beim Versuche, die Verschiedenheitsrelationen schon eines eindimensionalen Continuums graphisch darzustellen, in einer ähnlichen Angelegenheit gefunden, dafs die Dimension des Raumes, in welchem die betreffende Curve unterzubringen wäre, mit der

[1] Besonders gilt dies für den Fall dreier unabhängiger Veränderlichen u, v, w, zu dem wir sogleich übergehen werden. (S. hierüber auch § 4.)

[2] D. h. der einzelne Reiz kann darin durch 3 Zahlen u, v, w, bestimmt werden (wobei auch negative Werthe von u, v, w zuzulassen sind, s. die Erörterungen über den physikalischen Farbenkörper in § 4).

Zahl der herangezogenen Relationsglieder wächst (a. a. O. S. 113 des Sonderabdr.).

Wenn z. B. für den partiell Farbenblinden keine psychologische Farbentafel (auch keine krumme) existirt, so wäre es immer noch denkbar, dafs durch v i e r Gleichungen

$$4. \quad x_1 = f_1(u, v), \qquad x_3 = f_3(u, v),$$
$$x_2 = f_2(u, v), \qquad x_4 = f_4(u, v)$$

jeder Farbenempfindung mit dem Reiz u, v ein Zahlenquadrupel x_1, x_2, x_3, x_4 derart zugeordnet würde, dafs jedesmal wenn die Farbendistanz FF' (verglichen mit einer anderen festen) eine constante Gröfse hat, auch die Zahl

$$(x'_1 - x_1)^2 + (x'_2 - x_2)^2 + (x'_3 - x_3)^2 + (x'_4 - x_4)^2$$

einen constanten Werth D hat, wobei das Quadrupel der x der Farbe F, das der x' der Farbe F' zugeordnet ist. Man würde in diesem Falle sagen, das (noch immer zweidimensionale) Farbencontinuum sei in einer vierdimensionalen Mannigfaltigkeit ausgebreitet.[1] Läfst man nämlich u, v alle möglichen Werthe durchlaufen, so werden die Veränderlichen $x_1, \ldots x_4$ nicht unabhängig voneinander alle möglichen Werthecombinationen annehmen,

---

[1] Die s ä m m t l i c h e n Werthequadrupel x_1, x_2, x_3, x_4 (diese Gröfsen als unabhängige Veränderliche betrachtet) bilden eine „vierfach unendliche" oder „vierdimensionale" oder kurz „vierfache" Mannigfaltigkeit M', die aus 4. erhaltbaren Quadrupel jedoch nur eine zweifache M. Weil nun jedes Quadrupel von M auch zu M' gehört (aber nicht umgekehrt), sagt man, M sei in M' enthalten oder ausgebreitet (analog wie eine Curve auf einer Fläche ausgebreitet oder in derselben enthalten sein kann). Diese Redeweise wird von den arithmetischen Mannigfaltigkeiten (nach Analogie der bei den Mathematikern üblichen Terminologie) auf die Farbenmannigfaltigkeiten übertragen, obwohl hier nur der Mannigfaltigkeit M, nicht aber M', etwas Reales entspricht. Man darf also dabei nicht an eine Erweiterung der thatsächlichen Farbenmannigfaltigkeit denken, was gar keinen Sinn hätte, sondern die Behauptung, eine Farbenmannigfaltigkeit sei in einer vierdimensionalen ausgebreitet, ist nur eine kurze Ausdrucksweise für die Distanzbeziehungen zwischen ihren Individuen. Diese Beziehungen können eben derartig sein, dafs sie durch keine Abbildung auf irgend einen Theil eines vorgegebenen dreidimensionalen Continuums wiedergegeben werden können; und weil unser Raum blos dreidimensional ist, reichen die arithmetischen Farbenschemata, bei denen der Dimensionszahl keine Grenze gesetzt ist, weiter als die psychologischen Farbentafeln, aber auch deshalb, weil die Bedingung c) des psychologischen Farbenkörpers (§ 1) fallen gelassen wurde.

sondern die zu einem Quadrupel vereinbaren Werthe x_1, x_2, x_3, x_4 müssen gewissen Bedingungen genügen, die man erhält, wenn man u und v aus je 3 der 4 Gleichungen 4. eliminirt. Von den so erhaltenen 4 Gleichungen sind nur 2 von einander unabhängig, z. B.

$$5. \quad \begin{array}{l} F(x_1, x_2, x_3, x_4) = 0 \\ G(x_1, x_2, x_3, x_4) = 0.^1 \end{array}$$

Wir gehen zum allgemeinsten Fall über, der fürs Farbencontinuum in Betracht kommt: Es seien u, v, w die Coordinaten eines physikalischen Farbenkörpers (§ 4), und durch n Gleichungen

$$6. \quad \left\{ \begin{array}{l} x_1 = f_1(u, v, w), \\ \cdots\cdots\cdots\cdots \\ x_n = f_n(u, v, w) \end{array} \right.$$

sei jedem Werthetripel u, v, w (hierdurch auch jeder Farbe F) ein System von n Zahlen x_p ($p = 1, 2, \ldots. n$) zugeordnet. Wenn nun die Functionen f so beschaffen sind, dafs jedesmal wenn die Farbendistanz FF' eine constante Gröfse hat, auch die Zahl

$$7. \quad \sum_{p=1}^{n} (x'_p - x_p)^2$$

(wobei die n Zahlen x der Farbe F, die x' der Farbe F' zugeordnet sind), einen constanten Werth D hat, so nennen wir die Gesammtheit der aus 6. erhaltbaren Werthesysteme, die eine dreifache arithmetische Mannig-

---

[1] Ob sie M rein darstellen, d. h. ob auch umgekehrt jedes Quadrupel, das den Bedingungen 5. genügt, in 1. vorkommt, ist eine rein mathematische Frage, auf die wir umsoweniger einzugehen brauchen, als dieser Paragraph mehr der Klärung der Begriffe als einer etwaigen experimentellen Verwerthung dienen soll. Nur das Resultat sei mitgetheilt, dafs es nicht immer der Fall ist; wenn aber ja, so können die Gleichungen 5. ebenso als „Gleichungen von M" betrachtet werden wie 4., weil sie dann die zu M gehörigen Quadrupel aus allen möglichen Quadrupeln aussondern, und zwar ohne Beziehung auf die Reizmannigfaltigkeit u, v. Eine bekannte geometrische Analogie mag diese Verhältnisse noch erläutern: Jede algebraische Raumcurve 3. Ordnung kann als Schnitt zweier Kegelflächen 2. Ordnung erhalten und demgemäfs durch 2 (specielle) Gleichungen 2. Grades in 3 Veränderlichen (den drei räumlichen Coordinaten) dargestellt werden; aber sie wird durch diese Gleichungen nicht rein dargestellt, weil die Kegelflächen noch aufserdem eine Gerade gemein haben, die durch die Gleichungen mit dargestellt wird.

faltigkeit M bilden, ein „arithmetisches Farbenschema“, und wir sagen das Farbencontinuum sei mit Erhaltung der Distanzgleichheiten auf die in einer n-fachen liegende 3-fache Mannigfaltigkeit M abgebildet. $\sqrt{D}$ kann als surrogatives Maafs der Farbendistanzen betrachtet werden.

Die Gleichungen von M erhält man in anderer Form, wenn man u, v, w aus je 4 der Gl. 6. eliminirt, wodurch man Gleichungen der Form

$$8. \quad F\lambda\,(x_1,\, x_2, \,\ldots\, x_n) = 0$$

erhält. $n-3$ dieser $\binom{n}{4}$ Gleichungen sind von einander unabhängig und können, wenn sie M „rein“ darstellen, geradeso wie die Gl. 6. als die Gleichungen von M betrachtet werden. Jedenfalls definiren $n-3$ unabhängige Gleichungen der Form 8. eine dreifach unendliche Mannigfaltigkeit, die im n-fach ausgedehnten Bereich der unbeschränkt gedachten Veränderlichen x_1, $x_2, \ldots x_n$ liegt.

Eben nennt man M nur dann, wenn alle $n-3$ Gleichungen linear sind, also die Form haben

$$9. \quad \sum_{\varkappa=1}^{n} c_{\varkappa\lambda}\, x_\varkappa = a_\lambda \qquad (\lambda = 1,\, 2, \,\ldots\, n-3).$$

Alsdann kann man durch eine lineare Transformation (Analogon der Coordinatentransformation) Gruppen von n anderen Zahlen y an Stelle der x so einführen, dafs $n-3$ von den neuen Zahlen („Coordinaten“) constant werden, und blos 3 sich bei Aenderung der u, v, w ändern. Dies erreicht man, indem man die $n-3$ Gleichungen 9. oder lineare Combinationen aus ihnen unter die Transformationsgleichungen aufnimmt. Das letztere wird zugleich ermöglichen, die Substitution „orthogonal“ (s. Baltzer, Determinanten, § 14) zu machen, was nothwendig ist, damit der Ausdruck 7., auf den es uns ankommt, invariant bleibt. Dann wird man die inneren Beziehungen der Mannigfaltigkeit M einfacher studiren können, wenn man an Stelle der Gl. 6. setzt:

$$10. \quad \begin{aligned} y_1 &= g_1\,(u,\, v,\, w) \\ y_2 &= g_2\,(u,\, v,\, w) \\ y_3 &= g_3\,(u,\, v,\, w) \\ y_4 &= \text{const.} \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots \\ y_n &= \text{const.} \end{aligned}$$

Wo es sich um Entfernungen zwischen zwei Stellen von M, d. h. um den Ausdruck 7. handelt, fallen die Coordinaten y_4, y_5, ... y_n fort, und es ist gerade so, als ob M von vornherein nur in einer dreifach ausgedehnten ebenen Mannigfaltigkeit (y_1, y_2, y_3) liegen würde. M. a. W. es hat keinen Zweck, dreifach ausgedehnte ebene Mannigfaltigkeiten als in höheren Mannigfaltigkeiten liegend aufzufassen.[1] Zugleich können in diesem Fall y_1, y_2, y_3 ebenso wie u, v, w als unabhängig veränderlich betrachtet werden, woraus zugleich erhellt, warum eine beliebige Mannigfaltigkeit $(x_1, x_2, \ldots x_n)$, wenn den Veränderlichen keine Beschränkung auferlegt ist (wenn also die Gl. 8. anstatt linear zu sein gänzlich fehlen), eo ipso als linear oder eben anzusehen ist. Man sieht zugleich, dafs die Mannigfaltigkeit M, wenn sie eben ist, von selbst, indem man y_1, y_2, y_3 als räumliche Coordinaten deutet, auf ein Stück unseres Raumes abbildbar ist und so den psychologischen Farbenkörper liefert, womit die § 7, S. 259 versprochene Einsicht nachgetragen ist. Man sieht aber auch, dafs die Ebenheit nur ein ganz specieller Fall ist.

Der Begriff des arithmetischen Farbenschemas beruht wesentlich darauf, dafs der analytische Ausdruck für die Distanzen unseres Raumes einer naheliegenden arithmetischen Verallgemeinerung fähig ist (Ausdruck 7.), und dies war der schon S. 229 angedeutete zweite Grund, warum wir die Urtheile über Distanzen im Farbengebiet gegenüber denen über Richtungen bevorzugten.[2]

---

[1] Durch eine analoge Ueberlegung findet man, dafs man, wenn von den Gl. 8. blos m linear sind ($m < n-3$), mit einem Farbenschema der Dimension $n-m$ dasselbe wie mit dem vorgegebenen leisten kann.

[2] Zwar läfst sich auch der Richtungsbegriff durch die aus der analytischen Geometrie geschöpften Analogien auf höhere Mannigfaltigkeiten übertragen, aber doch nicht ganz so einfach. Wollte man nämlich das Analogon der Forderung c) des psychologischen Farbenkörpers auch beim arithmetischen Farbenschema aufstellen, so müfste man folgendes verlangen: Wir heben aus den Zahlengruppen („Stellen") eines Farbenschemas solche heraus, die zugleich $n-1$ linearen Gleichungen genügen. Durch diese Gleichungen wird nämlich aus dem Bereich $(x_1, x_2, \ldots . x_n)$ eine eindimensionale lineare Mannigfaltigkeit G (das Analogon einer Geraden) ausgesondert. Nicht alle Stellen von G müssen auch zu M gehören; wenn aber solche dazu gehören, so mufs die entsprechende (eventuell discrete) Farbenreihe den Eindruck der Geradläufigkeit machen; ob diese Forderung wirklich erfüllt ist, kann nur die Empirie entscheiden. Auch

§ 10. Helmholtz' Untersuchungen über kürzeste Farbenlinien.

Helmholtz hat in *dieser Zeitschrift* folgende Abhandlungen über Farbenempfindungen veröffentlicht, die gröfstentheils auch im 2. Abschn. der 2. Aufl. seiner Physiologischen Optik abgedruckt sind:

1. Versuch einer erweiterten Anwendung des Fechner'schen Gesetzes im Farbensystem (*Zeitschr.* Bd. II).

2. Versuch, das psychophysische Gesetz auf die Farbenunterschiede trichromatischer Augen anzuwenden (Bd. III).

3. Kürzeste Linien im Farbensystem (Bd. III).

In den Abhandlungen 1. und 2. verfolgt er hauptsächlich zwei Ziele: Erstens das Fechner'sche Gesetz aufs Farbencontinuum auszudehnen, oder vielmehr dessen Analogon zu finden, zweitens seine hypothetischen Grundfarben zu finden, genauer gesagt, jene Spectralfarben zu finden, die den Grundempfindungen (falls seine Theorie richtig wäre) am nächsten liegen, und den Antheil des weifsen Lichtes in ihnen anzugeben. Diese beiden Aufgaben sind vom Problem des psychologischen Farbenkörpers principiell vollständig getrennt; erst der Gegenstand von 3. hängt damit innig zusammen. Wir werden aber doch auch auf die (nicht ganz leicht verständlichen, indem die theoretischen und die experimentellen Theile nicht deutlich gesondert sind) Abhandlungen 1. und 2. insoferne zurückgreifen müssen, als ihre Ergebnisse in 3. eine wesentliche Rolle spielen.[1] Aber alle drei Arbeiten sind, abgesehen von sonstigen hypothetischen Elementen, mit seiner Theorie der drei Grundempfindungen verquickt. Wir werden im nächsten Paragraphen darzulegen versuchen, inwie-

---

ist zu bemerken, dafs diese Uebertragung des Richtungsbegriffes ein arithmetisches Farbenschema, somit den Distanzbegriff, schon voraussetzt. Es kann also der Distanzbegriff unabhängig vom Richtungsbegriff arithmetisch gefafst werden, nicht aber umgekehrt. Die Grundbegriffe der analytischen Theorie der linearen Mannigfaltigkeiten findet man (zum Theil in Anlehnung an Kronecker) in Kühne's Dissertation „Beitr. zur Lehre von der *n*-fachen Mannigf.“ (Berlin, 1892).

[1] Helmholtz war sich des Ziels des psychologischen Farbenkörpers (wenn er auch dieses Problem nicht ausdrücklich formulirt) in 3. deutlich bewufst, denn er sagt daselbst S. 110: „Auf dem hier einzuschlagenden neuen Wege würden wir zu einer Ausmessung des Systems der Farbenempfindungen gelangen, die nur auf die Unterschiede der Empfindungen gebaut ist“.

weit der Grundgedanke seiner Methode „die kürzesten Linien zu finden“ von den hypothetischen Elementen unabhängig gemacht werden kann. Jetzt gilt es vor Allem diesen Gedankengang selbst bloszulegen:

Unter E_1, E_2, E_3 versteht HELMHOLTZ die drei Grundempfindungen, d. h. jene Empfindungen, welche wir hätten, wenn je einer der drei physiologischen Processe, auf welchen nach ihm alle Lichtempfindung beruht, getrennt auftreten könnte und würde. Diese Grundempfindungen sind allerdings empirisch auch nicht annähernd erhaltbar, wie am besten ein Blick auf seine Fig. 2 in 2., S. 12 (oder physiol. Opt. S. 457) zeigt, wo die Curve der Spectralfarben, die nahezu auch die reinsten erhaltbaren Farben vorstellen (nur durch Contrast läfst sich noch eine kleine Steigerung der Sättigung erzielen), überall weit von den Ecken des Dreiecks, in welchen die Grundempfindungen ihr Bild haben, entfernt ist. Unter x, y, z versteht er die Quanta der Urfarben (s. 3. S. 111), aus denen ein bestimmter Reiz zusammengesetzt ist.[1] Die Urfarben hängen mit irgend drei Spectralfarben (R, G, V) durch homogene lineare Gleichungen zusammen. Z. B. schreibt er in 2., S. 8 (Opt. S. 454):

$$\text{I.}\quad \begin{aligned} x &= 0{,}7964\,R - 0{,}3515\,G + 0{,}555\,V \\ y &= 0{,}2612\,R + 0{,}3483\,G + 0{,}3930\,V \\ z &= 0{,}250\,R + 0{,}125\,G + 0{,}625\,V \end{aligned}$$

Indem er später diese Gleichungen nach R, G, V auflöst, erhält er (S. 19 oder Opt. S. 461):

$$\text{II.}\quad \begin{aligned} R &= 1{,}328\,x + 2{,}278\,y - 2{,}611\,z \\ G &= -0{,}5122\,x + 2{,}8294\,y - 1{,}3249\,z \\ V &= -0{,}4288\,x - 1{,}4771\,y + 2{,}9094\,z \end{aligned}$$

Die Gl. I und II haben dieselbe Bedeutung, wie Mischungs-

---

[1] Die Bedeutung der Symbole x, y, z ist bei HELMHOLTZ nicht immer dieselbe; so bedeuten sie in den gleichfolgenden Gl. I. und II. offenbar Qualitäten von der Intensität eins (denn die Summe der Coefficienten in jeder Zeile ist nahezu eins, vgl. hier § 3), und die Quanta der Urfarben werden vielmehr durch die Coefficienten von x, y, z dargestellt. Ueberall sonst bedeuten jedoch x, y, z selbst diese Quanta, namentlich in den späteren Gleichungen dieses Paragraphen; ich wollte jedoch die Bezeichnungen von HELMHOLTZ nicht ändern.

gleichungen für eine MAXWELL'sche Farbentafel. HELMHOLTZ beruft sich auch in 2., S. 7 (Opt. S. 453) auf „NEWTON's Gesetz". Daraus würde folgen[1], dafs die Grundfarben y und z, weil in den beiden letzteren Gl. I. rechts alle Coefficienten positiv sind, sich aus den Spectralfarben R, G, V mischen lassen, was der Fig. 2 in 2. S. 12 und überhaupt seiner ganzen Theorie widerspricht. Aehnlich würde aus II, weil rechts negative Coefficienten vorkommen, folgen, dafs die Spectralfarben R, G, V aufserhalb des Dreiecks der Urfarben x, y, z liegen, während sich aus den letzteren doch alle Farben zusammensetzen sollen. Trotzdem macht HELMHOLTZ für gewisse „fehlende Farben der Dichromaten" in 2. S. 19 thatsächlich diesen Schlufs, und auch in der Berichtigung S. 517 (am Schlusse des Bd. III *dieser Zeitschr.*) kommt er wieder vor.

Könnte man sich über diese Bedenken hinwegsetzen, so wären durch I., da rechts die Coefficienten numerisch bekannt sind (über deren Bestimmung später) die Urfarben gefunden. Umgekehrt könnte durch II jede Farbe durch die Urfarben ausgedrückt werden, da jede Farbe mit R, G, V durch eine Farbengleichung zusammenhängt. Durch Abbildung der Gröfsen x, y, z (als Quanta der Urfarben) in einem rechtwinkligen Coordinatensystem entsteht ein physiologischer Farbenkörper. Aendert man nun in einem Farbenreiz blos eine der drei Componenten, z. B. x (was praktisch so zu bewerkstelligen wäre, dafs man R, G, V im Verhältnifs 0,796 : — 0,351 : 0,555 zusetzt)[2], so ändert sich in der zugehörigen Empfindung auch nur eine der drei Componenten, z. B. E_1. Und zwar nimmt HELMHOLTZ für die Abhängigkeit zwischen diesen beiden Aenderungen die Gültigkeit des ver-

---

[1] Vgl. hier, S. 236.

[2] Bezeichnen nämlich x, y, z die Qualitäten von der Intensität eins, und kürzen wir auf zwei Decimalen ab, so wird eine beliebige Farbe F durch

$$\begin{aligned} cx + c'y + c''z = & (0{,}80\,c + 0{,}26\,c' + 0{,}25\,c'')\,R \\ & + (-\,0{,}35\,c + 0{,}35\,c' + 0{,}12\,c'')\,G \\ & + (0{,}55\,c + 0{,}40\,c' + 0{,}62\,c'')\,V \end{aligned}$$

dargestellt, wobei c, c', c'' numerische Coefficienten sind. Will man in F die Qualität x allein ändern, so hat man ihren Coefficienten c zu ändern. Dadurch ändern sich, wie aus der zweiten Darstellungsform von F hervorgeht, R, G, V in der angegebenen Weise.

allgemeinerten FECHNER'schen Gesetzes an, d. h. für die drei Componenten einzeln soll gelten:

$$1. \qquad dE_1 = k\frac{dx}{a+x},$$

$$dE_2 = k\frac{dy}{b+y},$$

$$dE_3 = k\frac{dz}{c+z}.$$

Für manche Zwecke benutzt er auch die einfacheren Formeln

$$1.' \qquad dE_1 = k\frac{dx}{x},$$

$$dE_2 = k\frac{dy}{y},$$

$$dE_3 = k\frac{dz}{z},$$

wobei im allgemeinen Theil seiner Betrachtungen x, y, z gerade nicht immer die Quanta der Urfarben, sondern auch beliebiger Farben bedeuten. Für den totalen „Empfindungsunterschied" (Abh. 1., S. 18) zweier benachbarten Empfindungen nimmt ferner HELMHOLTZ an, dafs er durch die Gleichung

$$2. \qquad dE^2 = dE_1^2 + dE_2^2 + dE_3^2$$

von den Aenderungen der drei Componenten abhängt. Aus 1. oder 1.' und 2. ergiebt sich dann von selbst:

$$3. \qquad dE = k\sqrt{\left(\frac{dx}{a+x}\right)^2 + \left(\frac{dy}{b+y}\right)^2 + \left(\frac{dz}{c+z}\right)^2},$$

beziehungsweise

$$3.' \qquad dE = k\sqrt{\left(\frac{dx}{x}\right)^2 + \left(\frac{dy}{y}\right)^2 + \left(\frac{dz}{z}\right)^2}$$

als Analogon des FECHNER'schen Gesetzes fürs dreidimensionale Farbengebiet. Die Gl. 2. involvirt, wie wir es jetzt nach der im vorigen Paragraphen auseinandergesetzten (den Mathematikern geläufigen) Terminologie ausdrücken können, die Voraussetzung,

dafs die Farbenmannigfaltigkeit eine ebene, oder mindestens eine abwickelbare Mannigfaltigkeit ist.[1] Die Form 2. fürs Linienelement der Farbenmannigfaltigkeit findet HELMHOLTZ wahrscheinlich aus Gründen, die er (Abh. 1, S. 19) selbst nicht für zwingend hält. Aber jedenfalls ist es gerechtfertigt, diese einfachste Annahme zunächst zu versuchen, schon darum, weil sonst auf einen psychologischen Farbenkörper von vornherein verzichtet würde.

Die Annahme des FECHNER'schen Gesetzes ist durch gewisse Beobachtungen über Farbenmischungen, namentlich aber durch folgenden Umstand gestützt: Fürs dichromatische Auge BRODHUN's, wo also die Componententheorie einfachere Verhältnisse vorfindet, wurde die Erkennbarkeit der Farbenunterschiede der Spectralfarben gemessen; andererseits läfst sie sich unter der Annahme, dafs die beiden Urfarben den Enden des Spectrums nahe liegen (mit obiger Hypothese über die Anwendbarkeit des FECHNER'schen Gesetzes auf die Componenten) berechnen; und die Resultate stimmen leidlich mit der Erfahrung, wobei jedoch zu bemerken ist, dafs man hierzu die Grundfarben schon kennen mufs, d. h. die linearen Gleichungen, durch welche sie mit den Spectralfarben zusammenhängen. Der Grundgedanke scheint nun der zu sein[2], dafs man eben jene Farben als Urfarben zu

---

[1] Analog ist ja, wie aus der analytischen Geometrie bekannt, das „Linienelement" einer beliebigen Curve unseres ebenen Raumes dargestellt durch

$$ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2,$$

wenn ds das Bogenelement, x, y, z die Coordinaten eines Curvenpunktes sind. Dagegen läfst sich das Linienelement einer nicht ebenen Mannigfaltigkeit i. A. nicht auf diese einfache Form bringen, was wir geometrisch nur für zweidimensionale Mannigfaltigkeiten veranschaulichen können: Eine krumme Fläche läfst sich in vielfacher Weise durch Gleichungen der Form 1. (§ 9) darstellen, weil man beliebige Linien auf ihr als die Curven u = const. und v = const. wählen kann. Aber nur wenn sie abwickelbar ist, kann man Darstellungsformen so finden, dafs ihr Linienelement die Form

$$ds^2 = du^2 + dv^2$$

annimmt (vgl. z. B. DARBOUX, Theorie des surfaces, Bd. I., Art. 69 f.)

[2] HELMHOLTZ selbst spricht sich darüber nicht deutlich aus und sagt nur (Abh. 1., S. 29): „In den uns vorliegenden Beobachtungen von BRODHUN kommen wir nur der einen (warmen) Grundempfindung des dichromatischen Auges sehr nahe", warum, sagt er nicht, schliefst es aber wohl daraus,

wählen hat, für welche sich die unter obigen Voraussetzungen (Fechner's Gesetz für die Componenten) berechneten Werthe der Farbendifferenzen gleicher Erkennbarkeit mit der Erfahrung in Uebereinstimmung bringen lassen. Hierdurch ist also zugleich das Mittel gegeben, die Urfarben zu bestimmen und die Zulässigkeit des Fechner'schen Gesetzes verificirt, während man sonst (bei anderer Annahme der Urfarben) genöthigt wäre, die Grundformeln an Stelle von 1. oder 1.' so zu erweitern, dafs noch gewisse Functionen X und Y von x, beziehungsweise y darin auftreten, nämlich (Abh. 1, S. 24):

$$4. \qquad d\,E_x = \frac{d\,x}{x} \cdot X, \qquad d\,E_y = \frac{d\,y}{y} \cdot Y.$$

Was nun den eben hervorgehobenen Gedankengang selbst (und den analogen für den Fall trichromatischer Augen) betrifft, so ist zu bemerken, dafs zwei von einander unabhängige Hypothesen, nämlich die Annahme bestimmter Urfarben und die Geltung des Fechner'schen Gesetzes für die Componenten (ja wenn man die vorausgesetzte Ebenheit der Farbenmannigfaltigkeit hinzuzählt, sogar drei Hypothesen), durch eine einzige Beobachtungsreihe wohl nicht hinreichend verificirt werden können. Es ist ja einleuchtend, dafs wenn man irgend drei andere beliebige Farben als Urfarben wählt, jedenfalls die drei entsprechenden Aenderungen $d\,E_1$, $d\,E_2$, $d\,E_3$ von den Aenderungen $d\,x$, $d\,y$, $d\,z$ dieser Urfarben nach irgend einem Gesetze abhängen werden, welches dann sammt den gewählten drei Urfarben mit demselben Recht als verificirt gelten könnte, wie das Fechner'sche Gesetz zusammen mit den drei bestimmten Urfarben Helmholtz'. In der That wurden auch solche allgemeinere Gesetze in Betracht gezogen (s. hier Gl. 4). Allerdings zeichnet sich das Fechner'sche Gesetz durch seine Einfachheit aus und empfiehlt dadurch auch die zugehörigen Urfarben. Aber es ist doch zu betonen, dafs es hier nicht im selben Sinne als

dafs in der Tabelle IV., S. 28 blos der Werth von X, aber nicht der von Y nahezu constant ist. Auf den analogen Gedankengang in der Untersuchung für trichromatische Augen (Abh. 2., S. 8) deutet die Bemerkung hin, es komme darauf an, 6 Verhältnisse der Constanten in den Gl. I. so zu bestimmen, dafs die aus der Unterschiedsmaafsformel berechneten Werthe von $d\,E$ alle einander möglichst gleich werden.

Ausdruck von etwas Thatsächlichem gelten kann, wie bei eindimensionalen Continuen (gleichviel wie dieses Thatsächliche dann noch „gedeutet" werden mag), sondern dafs eine analoge Willkürlichkeit, wie die Wahl des Coordinatensystems in der Geometrie, in der ganzen Betrachtungsweise steckt. Noch weniger kann natürlich die Existenz der Urfarben durch jene Uebereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung als erwiesen gelten.

Die 3. für uns wichtigste Abhandlung stellt sich schon auf den Standpunkt, dafs die drei physiologischen Urfarben bekannt seien. Von hier aus hat mit Zuhülfenahme der beiden anderen schon mehrfach erwähnten Hypothesen die Auffindung der kürzesten Linien im Farbensystem, d. h. die Angabe der physikalischen Zusammensetzung aller Lichter, deren zugehörige Empfindungsreihe eine Kürzeste bilden, keine Schwierigkeit mehr: Aus der Voraussetzung, dafs die Farbenmannigfaltigkeit eben ist, sich also in unseren Raum als psychologischer Farbenkörper abbilden läfst, folgt, dafs ihre kürzesten Linien Gerade sind. Um die Farben kennen zu lernen, die auf diesen Geraden liegen, ist es nur nothwendig, dieselben in den physiologischen Farbenkörper, den HELMHOLTZ zu Grunde legt, rückabzubilden. Da der Zusammenhang der Urfarben mit den Spectralfarben bekannt ist (Gl. I und II), ist dann das Verlangte geleistet. Nennt man die drei Empfindungscomponenten jetzt ξ, η, ζ, so ist der Zusammenhang zwischen den Veränderlichen x, y, z, oder den Coordinaten des physiologischen Farbenkörpers und den ξ, η, ζ oder den Coordinaten des psychologischen Farbenkörpers durch die Gleichungen gegeben (Abh. 3, S. 111 oder Opt. S. 463).

$$5. \quad \log \text{nat}\,(a + x) = \xi, \quad \log \text{nat}\,(b + y) = \eta, \quad \log \text{nat}\,(c + z) = \zeta,$$

die nichts Anderes als die Integrale von 1. sind, wobei k wegen der Willkürlichkeit der Maafseinheiten eins gesetzt werden konnte. Aus demselben Grunde ist es für die Theorie gleichgültig, ob man die natürlichen oder die gemeinen Logarithmen nimmt, weil beide einander proportional gehen. Man kann also, wie es HELMHOLTZ von vornherein thut, schreiben:

$$6. \quad \log (a + x) = \xi, \quad \log (b + y) = \eta, \quad \log (c + z) = \zeta.$$

Die zwischen den Punkten (ξ_1, η_1, ζ_1) und (ξ_2, η_2, ζ_2) verlaufende Gerade

$$7. \quad \frac{\xi - \xi_1}{\xi_2 - \xi_1} = \frac{\eta - \eta_1}{\eta_2 - \eta_1} = \frac{\zeta - \zeta_1}{\zeta_2 - \zeta_1}$$

wird also auf eine Linie des physiologischen Farbenkörpers abgebildet, deren Gleichung man findet, indem man in 7. vermöge 6. die x, y, z einführt. Es wird:

$$\xi - \xi_1 = \log \frac{a + x}{a + x_1},$$

$$\xi_2 - \xi_1 = \log \frac{a + x_2}{a + x_1} \text{ zur Abkürzung } = \lambda$$

$$\eta_2 - \eta_1 = \log \frac{b + y_2}{b + y_1} \quad \text{,,} \quad \text{,,} \quad = \mu$$

$$\zeta_2 - \zeta_1 = \log \frac{c + z_2}{c + z_1} \quad \text{,,} \quad \text{,,} \quad = \nu$$

Folglich wird aus 7.:

$$\frac{1}{\lambda} \log \frac{a + x}{a + x_1} = \frac{1}{\mu} \log \frac{b + y}{b + y_1} = \frac{1}{\nu} \log \frac{c + z}{c + z_1},$$

oder

$$8. \quad \left(\frac{a + x}{a + x_1}\right)^{\frac{1}{\lambda}} = \left(\frac{b + y}{b + y_1}\right)^{\frac{1}{\mu}} = \left(\frac{c + z}{c + z_1}\right)^{\frac{1}{\nu}}.$$

Dies sind die Gleichungen[1] der „kürzesten Linien im Farben-

[1] In Abh. 3., S. 112 (und in Opt. S. 464) stehen diese Gleichungen in Folge eines Rechen- oder Druckfehlers in der Form

$$\left(\frac{a + x}{a + x_1}\right)^{\lambda} = \left(\frac{b + y}{b + y_1}\right)^{\mu} = \left(\frac{c + z}{c + z_1}\right)^{\nu},$$

was für die mathem. Discussion der Curven, die hierauf vorgenommen wird, allerdings keinen Unterschied macht, da zu jedem Werthesystem der Constanten λ, μ, ν auch das Reciproke denkbar ist, und die Bedeutung von λ, μ, ν nicht weiter in Betracht gezogen wird. Nimmt man von den drei durch Gleichheitszeichen verbundenen Ausdrücken 8. zwei zusammen, so hat man die Projection einer solchen Curve auf eine Coordinatenebene. Z. B. kann die Projection auf die x, y — Ebene durch Coordinatentransformation auf die Form

$$y = c \cdot x^n$$

gebracht werden, wobei c und n constant sind. Die Formen dieser Curven

system", wie sich HELMHOLTZ ausdrückt, genauer gesagt, derjenigen Linien in seinem physiologischen Farbenkörper, denen im psychologischen Farbenkörper Kürzeste, d. h. Gerade entsprechen.

Schon in 1. findet sich in dem mit „ähnlichste Farben" überschriebenen Abschnitte (S. 22) eine Bestimmung specieller kürzester Linien für Dichromaten, oder wie es dort heifst, der Curven kleinsten Farbenunterschieds. Die dortige Methode ist in engerem Zusammenhang mit den experimentell durchführbaren Messungen über „ähnlichste Farben". Ihr Grundgedanke (der übrigens nicht ausdrücklich hervorgehoben wird) ist jedoch fehlerhaft, obwohl das Ergebnifs schliefslich ein Specialfall von 3. wird.[1]

---

sind bekannt, auch von HELMHOLTZ hinreichend discutirt. Der eine Haupttypus ist in seiner Fig. 1 (oder Opt. S. 467) veranschaulicht, die Curven des anderen Haupttypus verlaufen hyperbelähnlich.

[1] Wenn die Intensitäten x und y der zwei Grundfarben für ein dichromatisches Auge in einem rechtwinkligen Coordinatensystem zur Anschauung gebracht werden (also in einer physiologischen Farbentafel), so stellt eine Linie M durch den Ursprung, deren Gleichung

$$\frac{x}{y} = c$$

ist, den Ort von Farbenreizen „constanter Mischung" dar. R sei ein Punkt auf M; die zugehörige Empfindung E wird verglichen mit den Empfindungen E', die zu einer benachbarten Linie M', nämlich

$$\frac{x}{y} = c'$$

gehören, und es wird auf die geringste Verschiedenheit zwischen E und einer passenden Empfindung aus der Reihe E' eingestellt, was sich experimentell durchführen läfst, auch ohne die Grundfarben zu kennen, da sich Farben constanter physiologischer Mischung auch physikalisch nur durch die Intensität unterscheiden.

Andererseits läfst sich das eben definirte Minimum von dE rein mathematisch berechnen, sobald man eine Voraussetzung über die Abhängigkeit des dE von den Reizunterschieden dx, dy macht, d. h. es läfst sich die durchs Verhältnifs $\frac{dy}{dx}$ definirte Richtung τ berechnen, nach welcher von R aus derjenige Reiz R' auf M' liegt, der dem Minimum der Empfindungsverschiedenheit zugeordnet ist, und das Resultat läfst sich mit den Berechnungen vergleichen. Von R' führt zur nächsten Linie des Systems der M-Linien (gebildet von den Geraden durch den Ursprung) wieder ein Linienelement bekannter Richtung, u. s. w. Diese Elemente schliefsen sich zu einer Curve N zusammen, die das System der M-Linien so schneidet, dafs sie auf je zwei benachbarten Linien dieses Systems die Bilder ähnlichster Farben herausschneidet. Diese „Curve ähnlichster Farben" wird

§ 11. Methoden zur Aufstellung des psychologischen Farbenkörpers.

Wenn auch die Auffindung des etwaigen psychologischen Farbenkörpers im Wesentlichen durch Versuche geschehen mufs (S. 254), so werden diese doch nicht planlos vorzunehmen sein, und ich möchte zwei Wege, die man einschlagen könnte, kurz besprechen, von denen der erste (vielfacher Variationen fähig) sich unmittelbar darbietet, fast ohne mathematische Hülfsmittel zu erfordern, der andere durch HELMHOLTZ' Abh. 3. (s. § 10) nahegelegt wird.

Wir haben gesehen (S. 260), dafs in dem Umfange als das

---

durch Integration derjenigen Differentialgleichung zwischen dx und dy gefunden, welche die Richtung τ definirt. HELMHOLTZ findet (S. 23):

$$xy = \text{const.},$$

mithin gleichseitige Hyperbeln.

Die Bilder der Curven M und N in der psychologischen Farbentafel mögen μ und ν heifsen. Dann müssen die ν-Curven das System der orthogonalen Trajectorien des μ-Systems bilden, weil von einem Punkte einer μ-Curve der kürzeste Abstand zu einer benachbarten μ-Curve auf letzterer senkrecht steht. Nimmt man andere M-oder μ-Curven, so bekommt man auch andere N-oder ν-Curven als „Curven ähnlichster Farben". Ja man kann die N-Curven beliebig wählen, zu den entsprechenden ν-Curven die orthogonalen Trajectorien suchen und diese wieder rückabbilden, so werden die so gewonnenen Curven, als M-Curven betrachtet, die ursprünglich angenommenen Curven zu N-Curven haben. Diese müssen also ebensowenig kürzeste Linien im Farbensystem sein, als ihre Abbildungen ν gerade sein müssen. Aber HELMHOLTZ macht jene Annahme, wie aus dem Schlufs der Abh. 2 hervorgeht, wo er die „Linien kleinsten Farbenunterschieds", von denen er schon S. 24 gesprochen hatte, unberechtigterweise mit den „kürzesten Linien im Farbenfelde" identificirt. Vielmehr kann, wie soeben gezeigt, jede Linie eine Linie kleinsten Farbenunterschiedes sein, wenn man das System der Linien, zwischen denen sie construirt ist, passend wählt.

Dafs die so gewonnenen Resultate denen der Abh. 3 sich einfügen, ist nur dem Umstand zu danken, dafs gerade von den Linien

$$\frac{y}{x} = \text{const.},$$

(woraus auch folgt: $\log y - \log x = \text{const.}$), als M-Linien ausgegangen wurde. Ihnen entsprechen als Abbildungen im psychologischen Farbenkörper nach Gl. 6 des Textes (wobei hier $a = b = 0$) die Linien:

$$\eta - \xi = \text{const.}$$

also ein Büschel paralleler Geraden, die freilich wieder Gerade als orthogonale Trajectorien haben.

WEBER'sche Gesetz gilt, die Darstellung des Continuums Weifs-Grau-Schwarz, soweit es auf dieses Continuum an und für sich ankommt, durch eine Gerade zulässig ist und durch die Forderung c) S. 228 auch unmittelbar erheischt wird. Die Spectralfarben, jede in einer gewissen Intensität, z. B. wie sie in einem bestimmten Spectrum auftreten, sind dann in eine sich um die Axe Weifs-Schwarz herumschlingende Linie anzuordnen, wozu natürlich eine Raumcurve zur Verfügung steht, die, wenn es sich um die uns geläufigsten Spectra handelt, beim Gelb dem Weifs näher stehen wird als dem Schwarz, beim Blau umgekehrt. Es wird sich empfehlen, zuerst die zweidimensionalen Mannigfaltigkeiten zu untersuchen, die durch Mischung dieses Continuums Weifs-Schwarz mit einer Spectralfarbe (z. B. Blau B) entstehen können.[1] Die Gesammtheit der Farben einer solchen Mannigfaltigkeit nennt HERING gelegentlich ein „Nuancirungsdreieck" (in der Fig. 6 W S B). Nimmt man dieselbe Spectralfarbe in anderer Intensität B', so entsteht ein anderes Nuancirungsdreieck, das sich mit dem ersten zum Theil decken wird. Alle diese Dreiecke werden von einer Curve C eingehüllt werden, auf der die spectralen Blau in ihren verschiedenen Intensitäten liegen. Der ganze von allen (mit derselben Spectralfarbe gebildeten) Nuancirungsdreiecken bedeckte Raum mag Nuancirungsfläche (N) heifsen. Dieselbe kann, wie eine Farbentafel überhaupt, entweder psychologisch sein oder nach anderen Principien, z. B. als MAXWELL'sche Tafel angefertigt sein. Im ersteren Falle wird sich die Curve C mit ihren Enden den Punkten S und W nähern müssen, weil jede Spectralfarbe bei sehr grofser Intensität einen weifslichen Ton annimmt, andererseits bei sehr geringer Intensität sich dem Augenschwarz nähert; in letzterem Fall mufs an Stelle von C eine Gerade treten, weil die verschiedenen Intensitäten derselben Spectralfarbe auch als Mischcontinuum betrachtet werden können (vgl. S. 255). Schon

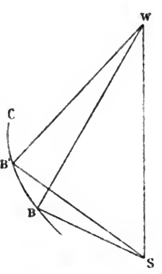


Fig. 6.

[1] Ueber zweidimensionale Mischcontinua s. S. 255 Anm.

daraus sieht man, dafs die psychologische N unter den MAXWELL-schen Tafeln nicht zu suchen ist. Jedenfalls wird man auch jene Continua einer N, die am leichtesten zu erhalten sind, die sich nämlich bei constantem Verhältnifs des spectralen und weifsen Antheils nur nach physikalischer Intensität abstufen, nach der Methode von S. 256 f. daraufhin prüfen, ob sie constante Krümmung haben, eventuell nach welcher Seite die Krümmung zunimmt. Natürlich wird man zunächst versuchen, jede N im psychologischen Farbenkörper als Stück einer Ebene zu erhalten.[1]

Sind die psychologischen N für hinreichend viele Spectralfarben ermittelt, so sind sie nur noch wie die Blätter eines Buches um die Axe Schwarz-Weifs beweglich, und jetzt wird für die Auswahl der Anordnung die Empfindlichkeit für die Farbenunterschiede benachbarter Spectralfarben maafsgebend sein.[2]

Der zweite Weg wird an den Umstand anknüpfen, dafs HELMHOLTZ durch die bekannte (in der Hypothese des FECHNER-schen Gesetzes für die Componenten liegende) Beziehung (§ 10, Gl. 6.) seines physiologischen zum psychologischen Farbenkörper die kürzesten Linien des Farbensystems berechnet hat. Nun wurde im vorigen Paragraphen darauf aufmerksam gemacht, dafs, abgesehen von den hypothetischen Elementen in seinen

---

[1] Hierzu wäre nothwendig, dafs alle kürzesten Linien in N constante Krümmung haben; im bejahenden Fall hätte man nur mehr die Wahl zwischen Kugel und Ebene; da aber schon eine Gerade (Schwarz-Weifs) auf der Fläche bekannt ist, bliebe nur die Ebene übrig. Freilich können die kürzesten Linien nicht unmittelbar auf experimentellem Wege gefunden werden. Denn eine zwischen zwei Endpunkten eingeschaltete Reihe von Farben ist durch Verschiebung ihrer einzelnen Glieder nach verschiedenen Richtungen (selbst wenn man sich auf zweifache Mannigfaltigkeiten beschränkt) in viel zu mannigfacher Art deformirbar, als dafs man alle diese Möglichkeiten experimentell daraufhin prüfen könnte, ob eine benachbarte Reihe etwa kürzer wäre (vgl. S. 255), als die ursprünglich angenommene. Man wird sich deshalb damit begnügen müssen, in einer nach möglichst einfachem Verfahren aufgestellten N Stichproben vorzunehmen, ob sie die Definition einer psychologischen Farbentafel erfüllt, eventuell nach diesen Proben die Verbesserungen anzubringen (vgl. den Anfang des § 7).

[2] S. BRODHUN in dieser Zeitschr. Bd. III., S. 89. Dagegen sind bei Bestimmung der Curven C in einer einzelnen N zu berücksichtigen: „Exp. Unters. über d. psychophys. Fundamentalformel . . .“ v. KÖNIG und BRODHUN, Berliner Sitzungsber. Juli 1888. S. auch HELMHOLTZ, Physiol. Opt. S. 402, ff.

diesbezüglichen Arbeiten, sich auch directe Einwände machen lassen.[1]

Hypothesenfreier kann man den Gedanken der Aufsuchung der Kürzesten zur Geltung bringen, wenn man statt des physiologischen einen physikalischen Farbenkörper zu Grunde legt. Die „Kürzesten" wären auch hier nach Analogie der HELMHOLTZ'schen Bezeichnung jene Linien im physikalischen Farbenkörper, deren Bilder im psychologischen Körper Gerade werden. Sie selbst brauchen ebensowenig wie die Curven Gl. 8. (§ 10) gerade zu sein. Wir wollen sie deshalb lieber die „Quasi-Kürzesten" nennen. Die Ausschaltung des physiologischen Farbenkörpers wird sich zunächst deshalb empfehlen, weil wir von den Endgliedern der Reihe „physikalisch, physiologisch, psychologisch" mehr wissen, als vom Mittelgliede. Die unmittelbare Erforschung der thatsächlichen Beziehungen zwischen den Endgliedern würde auch aufs Mittelglied eher einiges Licht werfen können.

Nach den Anforderungen an den psychologischen Farbenkörper ist nun folgender Satz unmittelbar klar: Hat man in einem physikalischen Farbenkörper die quasi-kürzesten Curven bestimmt, so ist der psychologische Farbenkörper nur noch unter jenen Abbildungen des physikalischen zu suchen, bei denen

---

[1] Es wäre also jedenfalls noch zu prüfen, ob der psychologische Farbenkörper, den er implicite in der Abh. 3 aufgestellt hat, zutrifft, was am einfachsten so geschehen kann: Zu den Geraden des psychologischen Farbenkörpers gehören z. B. auch die Linien

$$1. \qquad \eta = \text{const.}, \ \zeta = \text{const.},$$

(die Parallelen zur ξ-Axe), die sich zunächst in seinen physiologischen Farbenkörper als Linien abbilden, in denen blofs x veränderlich ist, weiter in den physikalischen Farbenkörper (R, G, V) als Linien, die man nach S. 273 Anm. berechnen kann, indem man R, G, V stets in der dort angegebenen Weise ändert. Man erhält so Werthetripel (R, G, V), d. h. Maafszahlen-Tripel für diese Qualitäten, die von einem Parameter abhängen. Die Farbenlinie, die von den entsprechenden Farben erfüllt wird, müfste im psychologischen Farbenkörper eine Gerade sein, also vor Allem das Kennzeichen der constanten Krümmung (§ 7) besitzen. Natürlich könnte man statt der Linien 1 beliebige andere Gerade im Coordinatensystem (ξ, η, ζ) wählen und auf demselben Wege (von Punkten constanten Abstandes auf diesen Geraden ausgehend) berechnen, welche Farbenreihen den Eindruck constanten Abstandes machen müfsten, ferner prüfen, ob auch die Theilreihen dieselbe Eigenschaft haben.

den Quasi-Kürzesten Gerade entsprechen; ist eine solche Abbildung unmöglich, so giebt es auch keinen psychologischen Farbenkörper. Wir werden jedoch alsbald sehen, dafs die wirkliche Bestimmung der Quasi-Kürzesten fürs erste nicht nothwendig ist, sondern nur die Aufstellung ihrer Differentialgleichungen.

Will man nun den Ausgangspunkt der Helmholtz'schen Untersuchung über kürzeste Farbenlinien auf einen physikalischen (statt einen physiologischen) Farbenkörper übertragen, so wird man auch hier zunächst das „Linienelement" dE als Function der Coordinaten des physikalischen Farbenkörpers suchen müssen. Bezeichnen wir jetzt die letzteren mit x, y, z (z. B. die Intensitäten dreier physikalischen Grundfarben, wie sie schon bei Besprechung der Maxwell'schen Tafeln erwähnt wurden) und mit $X, Y, \ldots Z_1$ sechs Functionen derselben, so handelt es sich zunächst darum, alle Beobachtungen über die Unterschiedsempfindlichkeit im Farbengebiet durch passende Wahl jener Functionen in eine Formel

$$2. \quad dE^2 = Xdx^2 + Ydy^2 + Zdz^2 + X_1\,dydz + Y_1\,dzdx + Z_1\,dxdy$$

zusammenzufassen.[1] Dieser Formel wollen wir nach den Grundsätzen, die wir in dieser Arbeit stets festhielten, natürlich nur den Sinn beilegen: Wenn man nacheinander zwei Werthetripel x_1, y_1, z_1 und x_2, y_2, z_2 sammt zugehörigen kleinen Aenderungen dx_1, dy_1, dz_1 und dx_2, dy_2, dz_2 in 2. einsetzt, und es sind die Zahlen, die rechts herauskommen, beidemal gleich, so müssen auch die entsprechenden Farbendistanzen als gleich beurtheilt werden, wenn die Formel 2. ein adäquater Ausdruck dafür sein soll, wie kleine Empfindungsänderungen von kleinen Reizänderungen abhängen.

Man wird sich die Aufgabe eine passende Formel 2. zu finden durch Zerlegung in mehrere Schritte erleichtern, etwa so: Beschränkt man sich zuerst auf Aenderungen, bei denen

---

[1] Man kann zwar stets nachträglich durch Wahl „orthogonaler Parameterlinien" analog wie in der Flächentheorie die einfachere Form

$$2^a. \quad dE^2 = Xdx^2 + Ydy^2 + Zdz^2$$

erzielen, aber man kann nicht von vornherein wissen, ob man die Wahl der Grundfarben so getroffen hat, dafs diese Form genügt. Trotzdem wird man versuchen (wie es auch Helmholtz thut), zunächst mit dieser einfacheren Form auszukommen.

$dy = dz = 0$ ist, also eine Grundfarbe allein in der Mischung geändert wird, so reducirt sich 2. auf

$$3. \quad dE = \sqrt{X} \cdot dx,$$

und $\sqrt{X}$ ist, solange obige Beschränkung gilt, eine Function von x allein, die man aus Versuchen bestimmen mufs. Dieser Theil der Aufgabe steht auf gleicher Stufe, wie die Auffindung der FECHNER'schen „Elementarformel", solange man die Function X nur für ein specielles constantes Werthepaar $y = c_2$, $z = c_3$ sucht. Aber für jedes Werthepaar c_2, c_3 erhält man ein solches Gesetz 3. Alle diese wird man in eine einzige Formel fassen müssen, indem man die Constanten in X als passende Functionen von y und z betrachtet. Gelingt dies, so ist X vollständig bestimmt u. s. w.

Wenn die Darstellung der Thatsachen unter den sehr vereinfachenden Voraussetzungen gelingt, dafs X, Y, Z (analog wie bei HELMHOLTZ) Functionen beziehungsweise von x, y, z allein sind, und X_1, Y_1, Z_1 verschwinden, so kann man durch die Gleichungen

$$4. \quad \int\sqrt{X}\,dx = u, \qquad \int\sqrt{Y}\,dy = v, \qquad \int\sqrt{Z}\,dz = w$$

neue Veränderliche einführen, für welche das Linienelement in der Form

$$5. \quad dE^2 = du^2 + dv^2 + dw^2$$

erscheint. Jedenfalls mufs es auf diese Form gebracht werden können, soll ein psychologischer Farbenkörper möglich sein. Aber das Umgekehrte läfst sich nicht behaupten. Denn wenn die Farbenmannigfaltigkeit nicht selbst eben, aber auf eine ebene Mannigfaltigkeit abwickelbar wäre, so kann das Linienelement auf die Form 5. gebracht werden. Trotzdem giebt es in diesem Fall keinen psychologischen Farbenkörper; auch eine zweidimensionale psychologische Farbentafel kann ja nicht durch eine ihrer Biegungen ersetzt werden, weil dabei eben Distanzgleichheiten verloren gehen (vgl. auch S. 259). Man sieht aus dieser Betrachtung, dafs das arithmetische Farbenschema durch das Linienelement 2. allein ebensowenig bestimmt ist, wie eine krumme Fläche durch ihr Linienelement, das nur wie man zu sagen pflegt, die Verhältnisse im Unendlichkleinen zum Ausdruck bringt. Aber alles den aufeinander abwickelbaren Mannig-

faltigkeiten gemeinsame ist durchs Linienelement bestimmt, z. B. die geodätischen Linien, geradeso wie die Differentialgleichungen der geodätischen Linien auf einer Fläche aufgestellt werden können, wenn auch nur das Linienelement derselben in der Form

$$ds^2 = E\,du^2 + 2\,F\,du\,dv + G\,dv^2$$

gegeben ist (s. die Gl. 9. auf S. 153 in Bianchi-Lukat, Differentialgeom.).

Den nächsten Schritt der nach Auffindung des Linienelementes 2. zu thun ist, wollen wir der Anschaulichkeit halber zunächst an zweidimensionalen Mannigfaltigkeiten erläutern und skizziren: Es sei

$$6.\quad \begin{aligned} \xi &= f\ (u,\ v) \\ \eta &= g\ (u,\ v) \\ \zeta &= h\ (u,\ v) \end{aligned}$$

eine krumme psychologische Farbentafel. Die Gl. 6. seien aber nicht explicite gegeben, sondern nur das Linienelement dE^2 (gleich $d\xi^2 + d\eta^2 + d\zeta^2$) sei wirklich bekannt und habe die Form

$$7.\quad dE^2 = U\,du^2 + 2\,W\,du\,dv + V\,dv^2,$$

wobei jede der Gröſsen U, V, W eine Function von u und v ist, den Coordinaten der physikalischen Farbentafel. Dann kann man, wie eben bemerkt, die Differentialgleichungen der geodätischen Linien der psychologischen Farbentafel aufstellen. Durch Integration derselben würde man zunächst Gleichungen der Form

$$8.\quad u = \varphi\ (t),\quad v = \psi\ (t)$$

erhalten, die in 6. eingesetzt die geodätischen Linien in endlicher Form $\xi = F\ (t)$, . . . liefern würden, wobei t eine unabhängige Veränderliche (in den citirten Gleichungen Bianchi's die Bogenlänge s) bedeutet. Nun sind auf der psychologischen Farbentafel die geodätischen Linien die wirklichen Kürzesten. Deutet man also die Gl. 8. in der Ebene, in welcher die physikalische Farbentafel u, v liegt, so stellen sie die Abbildung der geodätischen Linien auf die physikalische Farbentafel, also die Quasi-Kürzesten dar. Soll die psychologische Farbentafel auch eben sein, so müssen ihre geodätischen Linien gerade sein. Man wird also, indem man durch eine passende Substitution statt u, v neue Parameter u_1, v_1 einführt, deren Differentialgleichungen auf die Form

$$9.\quad u_1'' = 0,\quad v_1'' = 0$$

bringen können (die Ableitungen nach t genommen), weil dies eben die Differentialgleichungen der geraden Linien sind. Eine der möglichen Transformationen[1], welche dies leistet, wird zugleich die physikalische Farbentafel in die etwaige psychologische abbilden, ohne dafs man dazu die Integration der Differentialgleichungen der geodätischen Linien von vornherein nöthig gehabt hätte; freilich wäre sie durch die Transformation von selbst geleistet.

Ganz analog ist es mit der dreifachen Farbenmannigfaltigkeit: Man wird aus ihrem Linienelement 2. die Differentialgleichungen ihrer geodätischen Linien ableiten, was nur Differentiationen erfordert. Dann wird man (was nur in speciellen Fällen möglich sein wird) neue Veränderliche so einführen, dafs diese Differentialgleichungen die Form

$$u_1'' = 0, \ v_1'' = 0, \ w_1'' = 0$$

annehmen. Transformationsgleichungen, welche dies leisten, bilden den physikalischen Farbenkörper (x, y, z) so ab, dafs die Quasi-Kürzesten gerade werden. Ist keine solche Abbildung möglich, so giebt es auch keinen psychologischen Farbenkörper. Ist aber eine möglich, so auch unendlich viele. Man kann ja die gefundene Transformation mit jeder Collineation zusammensetzen. Um nun zu entscheiden, ob eine dieser Abbildungen den psychologischen Farbenkörper darstellt, sind jedenfalls neue Erfahrungen nothwendig, die sich nicht auf kleine (theoretisch: unbegrenzt kleine) Farbendistanzen beschränken. Man kann ja auch ein zweidimensionales Gebilde (eine Fläche) von seinen Biegungen nicht unterscheiden, solange man nur die Ver-

---

[1] Man kann die Gleichungen der geodätischen Linien auch in der Form $u = \chi(v)$ voraussetzen, entsprechend ihre Differentialgleichung in der Form

$$\Phi(u, v, u', u'') = 0,$$

wobei die gestrichelten Gröfsen Ableitungen nach v sind. Dann tritt das Problem, das für die Existenz einer psychologischen Farbentafel in Frage kommt, in der Form auf, dafs man diese Differentialgleichung durch Einführung neuer Veränderlichen auf die Form

$$u_1'' = 0$$

bringen soll. Die Bedingungen unter denen dies möglich ist, hat Lie gefunden (*Archiv for Math. og Naturvidenskab*, Christiania, 1883) und auch den Weg angegeben, auf dem man solche Transformationen findet, falls sie existiren.

hältnisse „im Unendlichkleinen" kennt, die durchs Linienelement ausgedrückt werden.

Man könnte die beiden skizzirten Methoden combiniren, indem man aus der gesammten Farbenmannigfaltigkeit nach irgend einem Gesetze eine Schaar zweifacher Mannigfaltigkeiten heraushebt, für letztere die Linienelemente, geodätischen Linien u. s. w. bestimmt und dann die so gefundenen Farbentafeln passend zusammenfügt (ähnlich wie früher die Nuancirungstafeln).

Wir haben die Distanzvergleichungen überall gegenüber dem Richtungsgedanken bevorzugt, weil sie sowohl einer exacteren experimentellen Behandlung zugänglich sind, als auch weil die Distanz einen leicht zu verallgemeinernden mathematischen Ausdruck gestattet (vgl. die Anm. S. 270). Dagegen wird man sich etwas den Winkelschätzungen analoges bei Farbencontinuen kaum zutrauen wollen. Dies war auch der Grund, warum wir bei der Angelegenheit der Linien constanter Krümmung dabei stehen bleiben mufsten, eine Methode anzugeben, zwischen Constanz und Inconstanz der Krümmung zu entscheiden, während von einem Krümmungs*maafs* nicht die Rede war, weil man zu einem solchen (geradeso wie in der Geometrie) ohne den Winkelbegriff nicht oder nur auf Umwegen gelangen kann. Wenn jedoch ein psychologischer Farbenkörper bekannt ist, so kann man die Winkel in demselben nachträglich auch als Winkel zwischen den Richtungen der Farbencontinua (als surrogatives Maafs derselben) betrachten.[1]

Wenn kein psychologischer Farbenkörper existirt, so wird schon wegen der Ungenauigkeit der Versuche zu erwarten sein, dafs ein solcher wenigstens mit ziemlicher Annäherung aufgestellt werden kann. Andererseits würde die Annahme, dafs unsere dreifache Mannigfaltigkeit der Farbenempfindungen in

[1] Analog verhält es sich mit dem Krümmungsmaafs u. s. w. Man kann sich aber auch unmittelbare Versuche in ähnlichen Angelegenheiten ausdenken und so auf dem Umwege über den Distanzbegriff zu einem Winkelbegriff gelangen, z. B.: Wenn man 6 Farben so finden kann, dafs ihre Distanzen untereinander und von einer siebenten Farbe F gleich beurtheilt werden, so gehören die 7 Farben derselben Ebene an, weil sich nur in einer Ebene 6 gleichseitige Dreiecke so aneinanderlegen lassen, dafs sie eine Ecke gemeinsam haben. Auch würde man sagen, die Richtungen von F gegen die 6 anderen Farben schliefsen gleiche Winkel ein, u. dergl. m. Doch dürfte es kaum einen Zweck haben, ähnliche Gedanken weiter auszuspinnen.

einer höheren Mannigfaltigkeit (die natürlich nicht als etwas Reales, sondern im Sinn des § 9 als ein mathematischer Begriff zu denken ist) ausgebreitet ist, in der wir gewisse ausgezeichnete Richtungen oder Componenten der Aenderung (Intensität, Qualität, Sättigung, Helligkeit) unmittelbar als solche wahrnehmen, den Umstand gut veranschaulichen, dafs jene Bestimmungsstücke sich nicht oder nur in geringem Maafse unabhängig von einander ändern können. Wir wollen dies wieder an der psychologischen Farbentafel eines partiell Farbenblinden erläutern: Nehmen wir an dieselbe sei eine krumme Fläche, und die subjective Intensität der Farbe sei davon abhängig, wie weit ihr Bildpunkt B von einer Coordinatenebene E entfernt ist, während (um der Anschaulichkeit halber eine bestimmte Voraussetzung zu machen) die Qualität und die Sättigung durch die Entfernungen von den anderen Coordinatenebenen bestimmt sein sollen. Da der Farbenblinde aus seiner Tafel nicht herauskann, wird sich für ihn bei jeder Bewegung im Farbencontinuum aufser der Intensität zugleich mindestens noch ein anderes Bestimmungsstück ändern müssen, wenn nicht zufällig die Normale auf E durch den betrachteten Punkt B (längs welcher sich nur die Intensität ändern würde) ganz auf der Farbentafel liegt oder wegen schwacher Krümmung derselben sich nur unmerklich von der Tafel entfernt. Die einzelne Farbe könnte ebenso für den Farbentüchtigen theoretisch beliebig viele solcher Bestimmungsstücke (Intensität, Sättigung . . .) aufweisen, ohne dafs doch das Farbencontinuum deshalb mehr als dreidimensional ist, ganz analog wie beim arithmetischen Farbenschema neben drei unabhängigen Veränderlichen beliebig viele abhängige a priori zulässig waren.

§ 12. Schlufswort.

Ob das Unternehmen, den etwaigen psychologischen Farbenkörper zu finden, experimentell durchführbar und aussichtsreich genug erscheint, mufs geübten Experimentatoren zur Beurtheilung überlassen bleiben. Mir war es hier in den letzten Paragraphen um die principielle und logische Seite der Sache zu thun, und dies möge es entschuldigen, wenn ich vielleicht manchmal in den mathematischen Begriffsbestimmungen weiter ging, als experimentell verwerthbar erscheint; aber es schadet niemals, die Begriffe theoretisch etwas schärfer zuzuspitzen.

Die mathematischen Abstractionen RIEMANN's und seiner Nachfolger, die den Raum nur als Specialfall einer dreifach ausgedehnten Mannigfaltigkeit betrachten, wirken auch für die Beurtheilung des Farbencontinuums sehr aufklärend. Dabei braucht an den uns gewohnten Eigenschaften, die unser Raum aufser den allgemeinen Eigenschaften jeder Mannigfaltigkeit noch besitzt, nicht gerüttelt zu werden, und es haben doch alle Untersuchungen der „nicht-euklidischen" Geometrie einen präcisen Sinn, indem sich eben die Abstraction auch zu anderen Mannigfaltigkeiten erheben kann, die sogar mindestens als arithmetische Mannigfaltigkeiten (§ 9) immer existiren. RIEMANN hat in seinem Habilitationsvortrag „Ueber die Hypothesen, welche der Geometrie zu Grunde liegen" (Ges. W. Abh. XIII) darauf aufmerksam gemacht, dafs „aufser den Orten der Sinnesgegenstände" auch die Farben „einfache Begriffe sind, deren Bestimmungsweisen eine mehrfach ausgedehnte Mannigfaltigkeit bilden".[1] Von den anschliefsenden Untersuchungen der neueren Mathematik über mehrfach ausgedehnte Mannigfaltigkeiten haben nun, wie es ja die Schwierigkeit des Gegenstandes mit sich bringt, die Physiologen und die Psychologen, die das Farbencontinuum studirten, (mit Ausnahme von HELMHOLTZ) bisher keine Notiz genommen. Dies wäre eher zu erwarten, wenn die abstracten Begriffe der Mathematiker gleich in Anlehnung an die concreten Anschauungen des Farbencontinuums entwickelt würden; und in diesem Sinne hoffe ich durch die §§ 1, 7, 9, 11 einen Beitrag geliefert zu haben. Z. B. geht aus dieser Darstellung hervor,

[1] Im Continuum der Tonempfindungen ist die Scheidung der Bestimmungsweisen „Intensität, Tonhöhe, Klangfarbe" (solange man sich auf einfache Töne beschränkt, in denen der Grundton entschieden dominirt) zu reinlich und auffallend, als dafs ein Anreiz zu analogen Problemen vorhanden wäre, und als dafs namentlich Distanzvergleichungen zwischen Fundamenten, die durch Aenderungen mehrerer dieser Bestimmungsstücke hervorgegangen sind, ungezwungen vorgenommen werden könnten. Auch ist. was die Klangfarbe der Töne betrifft (umsomehr wenn man Klänge oder gar Geräusche heranzieht) die Anzahl der Dimensionen des Toncontinuums theoretisch unbegrenzt. Z. B. lassen sich die Schwingungsformen einer Seite nicht als von einer endlichen Zahl von Parametern abhängig auffassen; ebenso war es zwar auch bei den Lichtreizen (S. 242). Aber bei letzteren findet auf dem Wege vom Reiz zur Empfindung eine Reduction auf ein dreidimensionales Continuum statt, was beim Toncontinuum nicht der Fall ist.

dafs die Frage, ob das Farbencontinuum eine „ebene“ oder „gekrümmte“ Mannigfaltigkeit ist, einen präcisen Sinn hat, mag nun die Genauigkeit der Experimente ausreichen, dies wirklich zu entscheiden oder nicht.

So werden auch für den mathematischen Unterricht derartige Erläuterungen durchs Farbencontinuum erwünscht sein, besonders wenn man der Ansicht ist, dafs der Raum selbst als Beispiel hierzu so zu sagen zu gut ist, indem der geometrischen Anschauung etwas zugemuthet wird, was sie nicht leisten kann. Aber das Farbencontinuum, wo uns den geometrischen analoge Evidenzen fast gänzlich mangeln (vielleicht u. A. deshalb, weil es sich hier nicht um Theilbares handelt), ist eben aus diesem Grunde als Beispiel einer „allgemeineren“ oder vielmehr anders gearteten Mannigfaltigkeit besser geeignet, besonders solange man über die thatsächliche mathematische Structur desselben so wenig weifs. Um ein Beispiel im einzelnen anzuführen: Helmholtz hat in seinem Vortrag „Ueber den Ursprung und die Bedeutung der geometrischen Axiome“ die berühmte Fiction von verstandbegabten Wesen von nur zwei Dimensionen benützt, die auf einer krummen Fläche leben und auch nicht die Fähigkeit haben sollen, etwas aufserhalb dieser Fläche wahrzunehmen. Dieses Bild ist nicht einwandfrei, weil wir es doch nur in unserem Raum auszudenken versuchen können und dabei dessen drei Dimensionen zur Geltung bringen; aber thatsächlich können wir es überhaupt nicht ausdenken, da uns „zweidimensionale Wesen“ völlig unfafsbar sind. Auch wir haben gelegentlich die zweidimensionale Farbentafel eines partiell Farbenblinden in ähnlicher Weise als erläuterndes Bild benützt; aber dies ist ein viel harmloserer Vorgang und schon deshalb einwurfsfrei, weil die partielle Farbenblindheit keine Fiction ist und selbst ein Farbentüchtiger von einem Theil seiner Farbenempfindungen abstrahiren kann, während es unmöglich ist, sich Oerter wegzudenken.

Ja sogar die Conception Riemann's, es könnte Mannigfaltigkeiten geben, in welchen sich „das Linienelement durch die 4. Wurzel aus einem Differentialausdruck 4. Grades ausdrücken läfst“, die zuerst wohl Jeden seltsam anmuthet, hätte fürs Farbencontinuum gar nichts Absonderliches an sich. Es ist a priori nicht abzuweisen, dafs an Stelle des Linienelementes 2. (S. 284) eine Formel treten müfste, in welcher dE^4 einer passenden homogenen Function vierten Grades der Gröfsen dx, dy, dz gleich-

gesetzt ist, um die Erfahrungen über die Beurtheilung kleiner Farbendistanzen in ein Gesetz zusammenzufassen.[1] Es ist staunenswerth, wie RIEMANN, ohne ein concretes Beispiel zu haben, auf diese Verallgemeinerung der Form des Linienelements verfallen konnte, die mir noch viel tiefsinniger erscheint, als die Abstraction von der Ebenheit und anderen Eigenschaften des Raumes.[2]

Wir haben also aufser den arithmetischen Mannigfaltigkeiten nur zwei brauchbare Beispiele für Untersuchungen über (nicht aus anderen abgeleitete) continuirliche Mannigfaltigkeiten. Die Hauptunterschiede, die an ihnen hervortreten, sind: Im Farbencontinuum sind wir bei mathematischer Bearbeitung fast ausschliefslich auf das Operiren mit dem Distanzbegriff[3] angewiesen, während der Geometrie viel reichere und mannigfachere Grundvorstellungen zur Verfügung stehen. Jede Farbenempfindung erscheint als eigenartiges selbständiges Individuum, und nöthigt an und für sich nicht zu einem Vergleich mit anderen, während ein Ort aus dem Zusammenhang mit anderen nicht losgerissen werden kann. Damit hängt zusammen, dafs wir die Farben in ein Continuum erst ordnen müssen, während der Raum ursprünglich als solches gegeben ist.

---

[1] Es könnten auch noch andere Differentialformen auftreten, aber geraden Grades, wie RIEMANN a. a. O. angedeutet hat. Die Gültigkeit der quadratischen Differentialform für den Raum hängt mit dem pythagoreischen Lehrsatz zusammen.

[2] Es soll nicht verschwiegen werden, dafs in diesem Gebiete neben Mifsverständnissen und Wortstreitigkeiten auch ein wirklich sachlicher Differenzpunkt heute noch unter den Mathematikern und Philosophen vorhanden ist: Es handelt sich, kurz gesagt, um die Frage, ob wir diejenigen besonderen Eigenschaften, die der Raum aufser den Eigenschaften jeder continuirlichen Mannigfaltigkeit noch besitzt, aus apriorischen Erkenntnifsquellen (vermöge der Constitution unseres „Raumsinnes") kennen, oder aus der äufseren (physikalischen) Erfahrung, wie diejenigen meinen, die glauben, es könne noch einmal durch genauere astronomische Messungen eine geringe Krümmung unseres Raumes nachgewiesen werden. Es ist hier nicht der Ort, auf diese erkenntnifstheoretische Frage einzugehen; aber bezüglich des Farbencontinuums ist unzweifelhaft die empiristische Ansicht die richtige.

[3] Auch in der Geometrie hat man die Frage aufgeworfen, wieweit man mit dem Distanzbegriff allein kommen kann, anders ausgedrückt, welche geometrischen Aufgaben sich mit dem Cirkel allein lösen lassen (s. FRISCHAUF, Die geom. Constr. von MASCHERONI und STEINER, Graz, 1869).

Man wird durch Vergleichung der beiden Beispiele leichter erkennen, was jeder dieser Mannigfaltigkeiten specifisch eigenthümlich und was gemeinsam ist, und so, was wieder eine eminent philosophische Angelegenheit ist, einen tieferen Einblick in das Wesen des Continuums überhaupt gewinnen. So sehen wir, dafs das Problem des psychologischen Farbenkörpers, das ursprünglich auf dem Boden dreier empirischen Wissenschaften Physik, Physiologie, Psychologie erwachsen ist, auch mit den abstractesten Untersuchungen zusammenhängt, zu denen die Menschheit bisher vorgedrungen ist.

(*Eingegangen am 11. März 1899.*)

Ein neuer stabiler Augenspiegel mit reflexlosem Bilde.

Von

WALTHER THORNER.

(Mit 11 Fig.)

Seit der Erfindung des Augenspiegels durch HERMANN VON HELMHOLTZ im Jahre 1851 sind zahlreiche Veränderungen desselben vorgeschlagen worden. Von allen den verschiedenen Methoden haben sich jedoch nur zwei als für die Praxis brauchbar erwiesen: die Untersuchung mittels eines durchbohrten Plan- oder Concavspiegels, ohne dafs man andere optische Hülfsmittel anwendet, oder doch nur Correctionsgläser für die verschiedenen Refractionszustände hinter dem Spiegel anbringt, und die Untersuchung mittels eines durchbohrten Hohlspiegels unter Anwendung einer Convexlinse von 5—10 cm Brennweite, die ein umgekehrtes Bild des Augenhintergrundes entwirft. Die Abänderungsvorschläge betreffen zunächst den Beleuchtungsspiegel. Abgesehen von der spiegelnden Glasplatte, die v. HELMHOLTZ selbst angewandt hatte, sind Plan-, Concav- und Convexspiegel von dem verschiedensten Durchmesser und Krümmungsradius mit einer Oeffnung von verschiedener Lage und Gröfse, und total reflectirende Prismen mit ebenen oder gekrümmten Flächen vorgeschlagen worden. Die zweite Art von Aenderungen, die man vorgenommen hat, betrifft die optischen Hülfsmittel, und hier war es wiederum v. HELMHOLTZ selbst, der zuerst versuchte, durch zwei Convexlinsen nach Art eines Fernrohrs den Augenhintergrund zu betrachten. Er hebt als theoretischen Vorzug die Analogie mit anderen optischen Instrumenten hervor und die leichte Einstellung auf verschiedene Refractionszustände durch Aenderung der Entfernung der Linsen von einander. Als Nachtheil nennt er die nothwendige Centrirung derselben, die Schwierigkeit der richtigen Einstellung des beobachteten Auges,

und endlich, dafs er wegen der zur Vergröfserung des Gesichtsfeldes nothwendigen kurzen Brennweite der Linsen kein deutliches Bild erhalten habe. Nach diesem Princip sind ebenfalls zahlreiche Apparate später construirt worden, sie haben aber niemals die beiden anderen Untersuchungsmethoden an Brauchbarkeit erreicht; und dies hat hauptsächlich zwei Gründe: Bringt man Linsen zwischen Spiegel und Auge des Patienten an, so werden die Reflexe in den Linsen und der vergröfserte Hornhautreflex so störend, dafs eine Beobachtung kaum mehr möglich ist. Bringt man aber die Linsen erst hinter dem Spiegel an, so stört immer noch sehr der Hornhautreflex, aufserdem bildet die Oeffnung im Spiegel ein Diaphragma, so dafs sich für das Gesichtsfeld kein merklicher Vortheil ergiebt.

Vor Kurzem habe ich nun einen Augenspiegel construirt[1], der ein Gesichtsfeld von 37° in der Vergröfserung des aufrechten Bildes ergiebt und dabei frei von jedem störenden Reflex ist.

Bevor ich auf die Construction desselben eingehe, will ich nun die allgemeinen Gesetze, die mich zu der Berechnung dieses Augenspiegels geführt haben, im Folgenden in der Form, in der sie mir am übersichtlichsten und für den Gebrauch am geeignetsten erschienen, wiedergeben. Auf die Beweise derselben will ich nicht näher eingehen, da sie sich aus bekannten Gesetzen ergeben, die zum Theil in den Ausführungen von v. Helmholtz in seinem „Handbuch der Physiologischen Optik" enthalten sind.

Die Reflexe.

Diejenige Erscheinung, welche besonders der Grund gewesen ist, dafs die für die Construction anderer optischer Instrumente geltenden Grundsätze nicht auf den Augenspiegel haben angewandt werden können, besteht darin, dafs das Licht, da es auf demselben Wege vom Auge des Beobachteten zu dem Beobachter zurückkehren mufs, auf dem es von der Lichtquelle hingelangt ist, bei dem Eintritt in jedes neue Medium eine theilweise Reflexion erfährt, und zwar derart, dafs die reflectirten Strahlen sich mit den vom Hintergrund kommenden vermengen. Dies macht sich am wenigsten bemerkbar, sobald man nur einen

[1] In Nr. 98 der *Deutschen Medicinal-Zeitung* vom 8. Dec. 1898 in einer vorläufigen Mittheilung beschrieben.

kleinen Theil des Hintergrundes betrachtet, wird aber immer störender, je mehr Punkte desselben gleichzeitig beleuchtet werden sollen, so dafs schliefslich bei Beleuchtung eines ausgedehnten Feldes das ganze Bild durch einen allgemeinen Schleier verdeckt wird.

Bisher hat man nun nur ein Mittel häufiger angewandt, um die Reflexe zu beseitigen. Man umgiebt das Auge mit einer dicht an das Gesicht anschliefsenden Kammer, welche mit physiologischer Kochsalzlösung gefüllt ist und vorn von einer planen Glasplatte begrenzt wird. Da die Kochsalzlösung ungefähr denselben Brechungsexponenten wie die menschliche Hornhaut hat, so wird von dem einfallenden Lichte an der Hornhaut nichts reflectirt. Ueber diese Methode habe ich keine Versuche angestellt, da sie mir von vornherein als zu umständlich erschienen ist, um allgemeinere Anwendung zu finden.

Eine zweite Möglichkeit, die Reflexe zu beseitigen, besteht in der Anwendung der Polarisation des Lichtes, die schon v. Helmholtz bei der Construction seines ersten Augenspiegels verwandt hat, um wenigstens den Reflex abzuschwächen. Wenn das von der Netzhaut zurückkehrende reflectirte Licht andere Eigenschaften besitzt, als das von der Hornhaut reflectirte, so kann man beide Lichtarten gemeinsam durch Vorrichtungen hindurchtreten lassen, durch die das von der Hornhaut reflectirte ausgelöscht wird, während das von der Netzhaut kommende hindurchgeht. Man könnte nun zunächst daran denken, dafs das von der Hornhaut reflectirte Licht an sich schon linear polarisirt sei. Dies gilt aber nur für einen ganz bestimmten Reflexionswinkel. Betrachtet man den Hornhautreflex, der durch Beleuchtung mit einer kreisförmigen leuchtenden Fläche entsteht, durch ein Nicol'sches Prisma, so werden nur einzelne Theile desselben ganz ausgelöscht, und zwar diejenigen, welche gerade in dem für die Hornhaut geltenden Polarisationswinkel reflectirt werden, im Uebrigen wird der Reflex nur mehr oder weniger in seiner Intensität geschwächt. Will man dagegen ein vollständiges Verlöschen desselben erzielen, so mufs man das Auge schon mit linear polarisirtem Lichte beleuchten. Von der Hornhaut wird dasselbe dann wieder als linear polarisirtes Licht zurückgeworfen, dagegen vom Augenhintergrunde depolarisirt. Wird dann die Gesammtheit der Strahlen durch ein Nicol'sches Prisma betrachtet, dessen Polarisationsebene um 90° mit derjenigen

des einfallenden Lichtes gekreuzt ist, so wird der Hornhautreflex ausgelöscht, während das vom Hintergrunde kommende depolarisirte Licht wieder linear polarisirt wird und so in das Auge des Beobachters gelangt. Ebenso wie bei dieser Anordnung der Hornhautreflex verlischt, so verlischt auch der Reflex in einer oder mehreren Linsen, die gemeinsam zur Beleuchtung und Beobachtung dienen.

Ueber die Anwendung dieses Princips habe ich nun zahlreiche Versuche angestellt, deren Resultate ich im Folgenden darlegen will. Zunächst habe ich mich an die erste Helmholtz'sche Vorrichtung gehalten, und als Polarisator und gleichzeitig als Beleuchtungsspiegel eine Glasplatte benutzt, deren Einfallsloth mit der Beobachtungsaxe und mit der Einfallsrichtung des Lichtes einen Winkel von 55° bildete. Werden mehrere solcher Glasplatten hinter einander gelegt, so kann man dieselbe Vorrichtung gleichzeitig als Analysator benutzen, indem dann nur Licht hindurchgelassen wird, dessen Polarisationsebene senkrecht zu derjenigen des von den Glasplatten reflectirten Lichtes steht. Hierdurch gelingt jedoch das Auslöschen des Reflexes nur in sehr unvollkommener Weise. Ferner ist auch das Licht, welches von der Glasplatte reflectirt wird, nur bei einem ganz bestimmten Reflexionswinkel wirklich linear polarisirt, während hier, wo ein gröfseres Feld beleuchtet sein soll, das Licht also in sehr verschiedenen Richtungen zum Auge gelangen mufs, der Winkel bei vielen der reflectirten Strahlen erheblich vom Polarisationswinkel abweicht.

Viel besser gelangt man zum Ziele, wenn man sowohl als Polarisator wie als Analysator Nicol'sche Prismen benutzt, deren Polarisationsebenen zu einander rechtwinklig stehen. Mit dieser Anordnung kann man dann das Princip des Augenspiegels in sehr verschiedenartiger Weise combiniren. Theoretisch am einfachsten erscheint die Benutzung nur eines Nicol'schen Prismas, bei dem der Weg des aufserordentlichen Strahls zur Beobachtung dient, während der ordentliche Strahl nicht, wie sonst üblich, an der Wand absorbirt wird, sondern durch diese hindurchtritt und zur Lichtquelle gelangt. Dies habe ich so erreicht, dafs ich an die Wand des Nicols, welche glatt polirt war, ein rechtwinkliges Prisma mit der einen Kathete ankittete, dessen andere Kathete *b* versilbert war.

In der Figur 1 stellt O_1 das Auge des Beobachters, O_2 das des Beobachteten dar.[1] Von der Lichtquelle L tritt das Licht etwa senkrecht auf die Hypotenuse des rechtwinkligen Prismas P, wird an der versilberten Kathete b reflectirt, tritt durch die andere Kathete in das NICOL'sche Prisma N ein, wird an der Trennungsschicht zwischen den beiden Hälften desselben total reflectirt, geht bis zum Punkte a und tritt dann aus der Vorderfläche aus nach dem Auge O_2 hin. Die von O_2 kommenden Lichtstrahlen gehen nun, soweit sie vom Hornhautreflex stammen, also dieselbe Schwingungsebene wie die einfallenden Strahlen haben, wieder zur Lichtquelle zurück, während die vom Hintergrund kommenden depolarisirten Strahlen zum Theil bei a auf dem Wege des aufserordentlichen Strahls zum Auge O_1 gelangen. Bei dieser Anordnung sind aber die diffusen Reflexe, welche sich im Innern des NICOL'schen Prismas bilden, von grofsem Nachtheil, so dafs das Bild des Hintergrundes stark verschleiert wird.

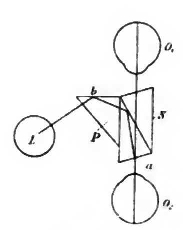


Fig. 1.

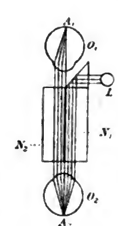


Fig. 2.

Dies wird vermieden, wenn man statt eines NICOL'schen Prismas zwei benutzt, welche dicht an einander befestigt werden, und zwar so, dafs ihre Polarisationsebenen zu einander senkrecht stehen, und durch das eine das Licht mittels Spiegelung an der Hypotenuse eines rechtwinkligen Prismas zugeführt wird, während das andere zur Beobachtung dient. Diese Anordnung giebt recht gute reflexlose Bilder, nur wird das Gesichtsfeld wegen der röhrenförmigen Gestalt der NICOL'schen Prismen etwas klein, da

[1] Für die Figuren dieser Arbeit will ich bemerken, dafs die Gröfsenverhältnisse der einzelnen Theile zu einander nicht immer der Wirklichkeit entsprechen, sondern dafs ich da von derselben abgewichen bin, wo es die Rücksicht auf gröfsere Deutlichkeit erforderte.

ein Punkt des Augenhintergrundes nur dann gesehen werden kann, wenn von ihm Strahlen durch beide Nicol'sche Prismen hindurch theils zum Lichte, theils zum Beobachter gelangen.

In der Fig. 2 stellt wieder O_2 das Auge des Beobachteten, O_1 das des Beobachters dar. Von dem Punkte A_2 des Hintergrundes von O_2 geht die Hälfte der Strahlen durch ein Nicol N_1 zur Lichtquelle, einer kleinen Glühlampe L, und umgekehrt, die andere Hälfte tritt durch das Nicol N_2 zum Auge O_1 und erzeugt auf A_1 ein Bild von A_2.

Als die brauchbarste Anordnung, die sich auf das Princip der Polarisation gründet, habe ich folgende gefunden: Zwischen dem Auge O_1 des Beobachters (Fig. 3) und O_2 des Beobachteten befindet sich in der Mitte ein um 45° geneigter Planspiegel s, dessen Belegung gitterförmig durchbrochen ist, indem immer Streifen von 1 mm Breite von der Belegung entfernt und ebenso breite Streifen stehen geblieben sind. Die Convexlinsen 1, 2 und 3 haben alle gleiche Brennweite und eine solche Anordnung, dafs die Pupillen von O_1 und O_2 und die Lichtflamme L gleichzeitig auf dem Spiegel s abgebildet werden. Da sich das Nicol'sche Prisma N_1 dicht vor der Pupille von O_1 und N_2 dicht vor der Lichtquelle L befindet, so wirken hierbei weder die Nicol'schen Prismen, noch die Pupillen der beiden Augen als Gesichtsfeldblenden.

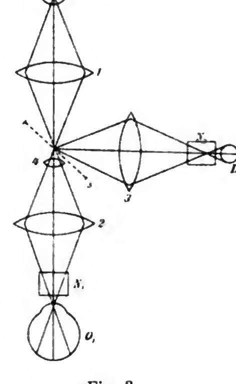


Fig. 3.

Um ein scharfes Bild des Hintergrundes zu erhalten, ist es nöthig, das Correctionsglas 4 hinter dem Spiegel anzubringen. Die Linien in der Figur bedeuten die Hauptstrahlen, welche das Gesichtsfeld begrenzen. Das Bild der Lichtquelle L, welches durch die Convexlinse 3 in der Ebene des Planspiegels entworfen wird, wird durch die Linse 1 auf der Pupille von O_2 abgebildet, also der Hintergrund möglichst ausgedehnt beleuchtet. Die Schwingungsebene der durch N_1 hindurchtretenden polarisirten

Strahlen steht senkrecht zu derjenigen des durch N_2 einfallenden Lichtes. Nun wird zwar das linear polarisirte Licht durch die Reflexion an dem Metallspiegel in elliptisch polarisirtes verwandelt, jedoch nähert es sich bei dieser Stellung des Spiegels immer noch so sehr dem linear polarisirten, daſs eine Auslöschung vollständig gelingt.

Bei dieser Anordnung zeigt sich also am deutlichsten, daſs es mit Hülfe der Polarisation des Lichtes in der That möglich ist, die Reflexe sowohl auf der Hornhaut wie auf den Linsen, welche sich vor dem Auge befinden, vollständig zu beseitigen. Dennoch habe ich die Anwendung der Polarisation wieder aufgegeben, weil durch die Nicol'schen Prismen sehr viel von dem schon ohnehin schwachen Lichte des Augenhintergrundes verloren geht, und sich dasselbe Ziel, die Beseitigung der Reflexe, auf sehr viel einfachere Weise erreichen läſst.

Denkt man sich nämlich eine Scheidewand derart gezogen, daſs sie bis zur Mitte der Hornhaut des beobachteten Auges heranreicht, und würde man nun durch die eine Hälfte der Pupille das Licht zuführen, während durch die andere Hälfte beobachtet würde, so ist es klar, daſs keine Reflexe entstehen können. Es wäre also Beleuchtungs- und Beobachtungssystem bis zur Hornhaut hin vollständig von einander getrennt, von hier ab mischten sich die Strahlen, die durch beide Hälften gehen, bis sie sich auf dem Hintergrunde vereinigen. Nun kann man aber eine solche Trennung des Beobachtungs- und Beleuchtungssystems in Wirklichkeit nicht so weit durchführen, weil man mit einer körperlichen Scheidewand nicht bis zur Hornhaut herangehen darf. Reicht aber dieselbe nicht ganz bis zur Hornhaut heran, sondern bleibt sie auch nur wenige Millimeter von derselben entfernt, so werden schon so viele Strahlen vom Beleuchtungs- zum Beobachtungssystem herüber reflectirt, daſs keine Beobachtung mehr möglich ist. Dieses fehlende Stück der körperlichen Scheidewand kann man nun aber optisch ersetzen durch das Bild einer solchen.

Zunächst will ich der Einfachheit halber annehmen, daſs das Auge O_2 (Fig. 4) mittels einer reflectirenden Glasplatte *gg* beleuchtet werde.

Um ein möglichst groſses Feld des Hintergrundes zu beleuchten, werde ein Bild der Lichtflamme *L*, welche in doppelter

Brennweite von einer Convexlinse A von grofser Apertur stehen soll, auf der Pupille von O_2 entworfen. Dann ist dieses Bild ebenso grofs wie L selbst. Betrachtet werde der Augenhintergrund im umgekehrten Bilde mittels einer Convexlinse B von 25 cm Brennweite, welche sich ebenso weit vom Beobachter O_1 wie vom beobachteten Auge O_2 befindet, nämlich 50 cm weit. Dann entsteht ein Bild des Augenhintergrundes in deutlicher Sehweite zwischen O_1 und B. Nun verdecke man die eine Hälfte von L durch eine Blende ss. Dann entsteht ein Bild von ss auf der halben Pupille von O_2 bc, d. h. diese Hälfte wird dunkel, während die andere Hälfte ab hell bleibt. Der Hintergrund des Auges O_2 mufs dagegen in derselben Ausdehnung beleuchtet bleiben, wie vorher, nur halb so stark. Die unbeleuchtete Hälfte der Pupille bc bildet sich nun auf der halben Pupille von O_1, ef ab, während die beleuchtete Hälfte sich auf der Hälfte de abbildet. Alle Strahlen, die also von der halben beleuchteten Hornhaut von O_2 reflectirt werden, verhalten sich so, als ob ab selbst leuchtend wäre, und gehen zu dem Bilde von ab, zu de hin, während in den Raum ef kein Strahl von diesem Reflex fallen kann. Befindet sich also in de ebenfalls eine Blende, so wird der Reflex vollständig beseitigt, und es gelangt nur Licht vom Augenhintergrunde in das Auge des Beobachters O_1. Die Gröfse der übersehenen Fläche wird durch diese Blende nicht verringert, sondern die Beleuchtung wird nur auf die Hälfte herabgesetzt. In der Figur stellt der schraffirte Theil den Weg dar, auf dem nur Strahlen vom Augenhintergrunde von O_2 verlaufen, der nicht schraffirte Theil denjenigen, auf dem die Strahlen, die vom Hintergrunde kommen, mit den von der Hornhaut reflectirten Strahlen gemischt sind. Aus praktischen Gründen empfiehlt es sich nun nicht, eine Glasplatte zur

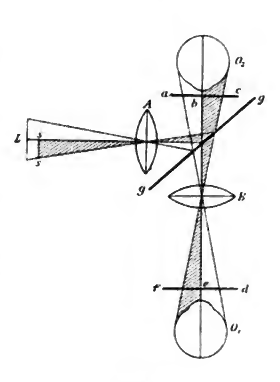


Fig. 4.

Reflexion zu benutzen, da sie erstens nur wenig von dem einfallenden Lichte reflectirt, man also einer sehr starken Lichtquelle bedarf, zweitens aber auch, wenn sie hell beleuchtet ist, diffus nach allen Seiten leuchtet und deshalb die Deutlichkeit des Bildes beeinträchtigt, sie wird besser ersetzt durch ein total reflectirendes Prisma, welches, da es nicht durchsichtig ist, nur die eine Hälfte der Pupille von O_2 verdecken darf.

Gesichtsfeld und Vergröfserung.

Nachdem es so gelingt, den Reflex vollständig zu beseitigen, haben wir nun die Bedingungen zu betrachten, unter denen ein möglichst grofses Gesichtsfeld in starker Vergröfserung und mit möglichst grofser Helligkeit gesehen wird. Der Einfachheit halber wollen wir annehmen, dafs stets die Augen des Beobachters und des Beobachteten emmetropisch seien, ferner will ich immer von dem Lichtverlust absehen, der durch Reflexion und Absorption durch die verschiedenen Linsen entsteht, da er doch von zu geringer Bedeutung ist und die Betrachtung sehr erschweren würde.

Wenn man sich zunächst den Augenhintergrund selbstleuchtend denkt, so geht von jedem Punkt desselben ein divergenter Strahlenkegel aus, dessen Basis der Pupillarrand der Iris ist. Durch Brechung an den verschiedenen brechenden Flächen wird derselbe in einen Strahlencylinder verwandelt, so dafs der Punkt, von dem er ausgeht, in unendlicher Entfernung zu liegen scheint. Man kann sich also, um sich über die Gesetze der Vergröfserung und des Gesichtsfeldes klar zu werden, folgende Vorrichtung denken: In einem Zimmer sei das Fenster mit undurchsichtigem Papier bedeckt, in dem sich eine kreisrunde Oeffnung von der Gröfse der erweiterten Pupille, also etwa von 8 mm Durchmesser befindet. Dann stellen die Strahlenbüschel, die von den Punkten der durch das Fenster sichtbaren Gegenstände, also etwa der gegenüberliegenden Häuser kommen, ebensolche Cylinder dar, wie die von den Punkten des Augenhintergrundes kommenden Büschel, wenn der Hintergrund selbstleuchtend wäre, nach dem Austritt aus dem Auge darstellen würden. Zwar sind es in Wirklichkeit bei unserem Vergleich sehr spitze Kegel, die wir aber für diese Betrachtung ohne Weiteres als Cylinder ansehen können. Es gleicht also der Strahlengang zwischen Beobachter

und Fenster vollständig demjenigen zwischen Beobachter und Iris des beobachteten Auges, nur aufserhalb des Fensters ist er nicht derselbe wie innerhalb des Auges des Beobachteten. Betrachtet man nun in diesem Beispiel die Strafse zunächst ohne Zuhülfenahme von Linsen mit dem blofsen Auge, was also der Betrachtung im aufrechten Bilde entspricht, so sieht man ein deutliches Bild, wenn das Auge des Beobachters für unendliche Entfernung eingestellt ist. Dasselbe ist weder vergröfsert noch verkleinert. Wir wollen es als natürliche Angulargröfse bezeichnen. Dieser natürlichen Angulargröfse entspricht die Vergröfserung des aufrechten Bildes, die wir auch als die natürliche Angulargröfse des Augenhintergrundes bezeichnen können, ohne dafs wir uns darüber klar zu werden brauchen, wie stark nun dieses aufrechte Bild gegenüber dem Bilde des Augenhintergrundes, wenn man ihn aufserhalb des Auges sehen würde, vergröfsert erscheint.

Das Gesichtsfeld, das man überblickt, ist abhängig von der Entfernung, in der man sich von der Oeffnung im Fenster hält, es wird desto gröfser, je mehr man sich annähert, und es wird unbeschränkt, wenn man so nahe herangehen könnte, dafs man sich mit seiner Iris in der Oeffnung befindet. Sind die Pupille des Beobachters und die Oeffnung im Fenster centrirt, so erscheint die Mitte des Gesichtsfeldes am hellsten, während dasselbe nach dem Rande zu an Helligkeit abnimmt. Die Gröfse des Gesichtsfeldes kann man als einen sehr einfachen Ausdruck darstellen, wenn man dasselbe nur bis zu den Punkten berücksichtigt, deren Helligkeit $1/2$ der gröfsten Helligkeit der in der Mitte gelegenen Punkte ist. Peripher von diesen Punkten nimmt nämlich das Gesichtsfeld so schnell an Helligkeit ab, dafs man diesen äufsersten Theil vernachlässigen kann. Mit ziemlicher Annäherung treffen bei diesen Grenzpunkten die Hauptstrahlen der Netzhautpunkte des Beobachters den Rand der Oeffnung im Fenster, und es ist die Tangente des halben Gesichtswinkels, den man übersieht, gleich dem Radius der Oeffnung, dividirt durch die Entfernung des vorderen Knotenpunktes des beobachtenden Auges von derselben. Statt der letzteren Gröfse kann man ohne gröfseren Fehler die Entfernung der Irisebene des Beobachters von der Oeffnung im Fenster setzen. Statt das Gesichtsfeld durch einen Winkel auszudrücken, ist es nun bequemer, dasselbe ein für alle Mal durch einen Bruch zu bezeichnen, dessen Zähler

der Durchmesser der Oeffnung im Fenster und dessen Nenner die Entfernung derselben von der Iris des Beobachters ist, d. h. durch die doppelte Tangente des halben Gesichtswinkels. Da man sich nun dem menschlichen Auge bei der gewöhnlichen Untersuchung im aufrechten Bilde nie mehr als etwa 5 cm nähern kann, aus Rücksicht auf den nothwendigen Beleuchtungsapparat, so kann auch das Gesichtsfeld bei dieser Betrachtungsweise nie gröſser werden als $^8/_{50}$ = etwa $^1/_6$, oder in Winkelgraden ausgedrückt, 9°. Dieses Gesichtsfeld übersieht man aber nicht gleichzeitig in allen Punkten, da immer nur ein Theil desselben beleuchtet ist, und man durch Drehung des Spiegels erst nacheinander die einzelnen Punkte beleuchten kann.

Anders gestalten sich die Verhältnisse, wenn man ein optisches System zwischen der Oeffnung im Fenster und dem eigenen Auge einschaltet. Wir wollen zunächst den Fall betrachten, daſs man e i n e Convexlinse benutzt. Damit dann die Oeffnung im Fenster nicht als Gesichtsfeldblende wirkt, muſs ein Bild derselben in der Irisebene des Beobachters entstehen. Das Gesichtsfeld ist dann durch den Rand der Linse begrenzt, und wir haben als Gröſse desselben:

$$\frac{\text{Durchmesser der Convexlinse.}}{\text{Entfernung der Convexlinse von der Iris.}}$$

Die Angularvergröſserung verhält sich dabei stets zur natürlichen Angulargröſse, wie der Durchmesser der Oeffnung im Fenster zu dem Durchmesser des Bildes, das von ihr durch die Linse auf der Pupille des Beobachters entworfen wird. Die Gegenstände auf der Straſse erscheinen also dann in natürlicher Angulargröſse, wenn das von der Convexlinse auf der Iris des Beobachters entworfene Bild der Oeffnung im Fenster so groſs wie die Oeffnung selbst ist, verkleinert, wenn sie gröſser, vergröſsert, wenn sie kleiner abgebildet wird. Nun muſs das Auge so weit von der Convexlinse entfernt sein, daſs das Bild der Straſse, welches eine Brennweite von der Linse entfernt liegt, deutlich gesehen wird. Durch die nothwendige Anspannung der Accommodation wird die Gröſse des Bildes auf der Netzhaut des Beobachters nur sehr unwesentlich geändert, dagegen entsteht das Gefühl einer scheinbaren Verkleinerung.

Wenden wir nun diese Betrachtung auf die Beobachtung im umgekehrten Bilde an. Die dazu am meisten gebrauchte Convexlinse hat 30 mm Durchmesser und 75 mm Brennweite. Um das

Bild deutlich zu sehen, hält man sich etwa 225 mm von dem Luftbilde entfernt, also von der Linse selbst 300 mm = 4 f. Die Iris des Beobachters wird dann von der Linse in der Entfernung $^4/_3 f$ = 100 mm abgebildet in 3facher linearer Verkleinerung. An dieser Stelle mufs die Iris des Beobachteten liegen, um nicht als Gesichtsfeldblende zu wirken. Das Bild besitzt also $^1/_3$ der natürlichen Angulargröfse, also $^1/_3$ der Gröfse des aufrechten Bildes. Das Gesichtsfeld ist $^{30}/_{300} = {}^1/_{10}$ oder in Winkelgraden 6°. Da dieses Gesichtsfeld aber alle Theile nur $^1/_3$ so grofs zeigt, wie bei der Betrachtung im aufrechten Bild, so entspricht es einem Gesichtsfeld von $^3/_{10}$ des Augenhintergrundes.

Wenn man nun die Forderung stellt, dafs die Vergröfserung diejenige des aufrechten Bildes sein soll, und dabei doch ein gröfseres Gesichtsfeld als $^1/_6$ übersehen werden soll, so kann man dies nur durch Einschaltung eines optischen Systems erreichen, welches die Pupille des Beobachteten in ihrer natürlichen Gröfse auf der Pupille des Beobachters abbildet. Verwendet man dazu eine Convexlinse, so mufs sie in der Mitte zwischen den beiden Pupillen sich befinden, um je zwei Brennweiten von jeder derselben entfernt; und die Brennweite mufs so grofs gewählt werden, dafs durch Accommodationsanspannung das Luftbild noch scharf gesehen werden kann, oder man mufs dicht vor dem Auge noch eine zweite Convexlinse anbringen. Die gröfste Apertur, die man, um ein brauchbares Bild zu erhalten, bei dieser Anordnung anwenden darf, ist $^1/_2 f$. Das Gesichtsfeld ist in diesem Falle

$$= \frac{\text{Durchmesser der Convexlinse}}{\text{Entfernung der Convexlinse vom Auge}} = {}^1/_2 \text{ der Apertur} = {}^1/_4.$$

Man erreicht also schon einen geringen Vortheil gegenüber der Betrachtung ohne Zuhülfenahme einer Linse.

Eine erhebliche Vergröfserung des Gesichtsfeldes erhält man jedoch durch Anwendung von zwei Convexlinsen von gleicher Brennweite, die so angeordnet sind, dafs die Pupille des Beobachteten im vorderen Brennpunkt der einen, die des Beobachters im hinteren Brennpunkt der zweiten sich befindet, und die um die Summe ihrer Brennweiten von einander entfernt sind, die also ein teleskopisches System darstellen.

In der Fig. 5 stellen die punktirten Linien diejenigen Hauptstrahlen dar, welche die Grenzen des Gesichtsfeldes bilden, während die ausgezogenen Linien den Verlauf des von einem Punkte

des Hintergrundes ausgehenden Strahlenbüschels bedeuten. Man sieht, dafs das Gesichtsfeld nur von dem Rand der Linsen begrenzt wird, und dafs die Hauptstrahlen zwischen den beiden Linsen parallel verlaufen, so dafs eine Veränderung der Entfernung der beiden Linsen von einander, falls nur stets die Entfernung der Pupille eines jeden Auges von der ihm zunächst stehenden Linse dieselbe bleibt, keinen Einflufs auf die Gröfse des Gesichtsfeldes und auf die Angularvergröfserung hat, sondern dafs dadurch nur der Ort des Bildes geändert wird. Das Gesichtsfeld wird hier gleich der Apertur der Convexlinsen. Sind beide





Fig. 5.

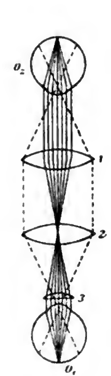


Fig. 6.

Augen emmetropisch und soll nicht die Accommodation angespannt werden, so sieht der Beobachter ein deutliches Bild, wenn die Entfernung der beiden Linsen gleich der doppelten Brennweite ist.

Hierbei hat das Bild aber nun den Fehler, dafs es ziemlich stark chromatisch ist und in der Randzone nicht scharf erscheint, da die Bildfläche zu stark gewölbt ist. Diese Fehler lassen sich beseitigen, wenn man die Convexlinsen soweit einander nähert, ohne dafs die Entfernung eines jeden Auges von der ihm zunächst stehenden Linse geändert wird, dafs ihre Entfernung gleich der einfachen Brennweite ist. Das Bild entsteht dann an dem Orte der dem Beobachter zunächst stehenden Convexlinse,

und um dasselbe scharf zu sehen, mufs derselbe es durch eine dritte Convexlinse von derselben Brennweite betrachten, die dicht vor seinem Auge angebracht ist (Fig. 6). Bei dieser Anordnung hat man nun den Vortheil, dafs das Bild nahezu frei von Farbenzerstreuung ist, und dafs es in der ganzen Ausdehnung gleichmäfsig scharf erscheint. Es bleibt noch eine geringe Wölbung des Bildes nach der Seite des Beobachters zu übrig, die sich aber für den vorliegenden Zweck als vortheilhaft erweist, da die Netzhaut des beobachteten Auges stark nach der entgegengesetzten Seite gewölbt ist, und sich diese beiden entgegengesetzten Wölbungen compensiren. Bei Refractionsanomalien kann man dadurch ohne Weiteres scharf einstellen, dafs die Entfernung zwischen den beiden Convexlinsen 1 und 2 in gewissen Grenzen geändert wird, für hochgradige Hypermetropie oder Myopie wird die Convexlinse 3 durch eine stärkere oder schwächere ersetzt. Die Apertur der Linsen 1 und 2 kann man, ohne das Bild zu verschlechtern, auf $^2/_3\, f$ steigern. Das Gesichtsfeld ist also ebenfalls $= {}^2/_3$ oder $= 37^{0}$, wird also trotz der 3 Mal so starken linearen Vergröfserung noch 5 Mal so grofs in der Fläche als das Gesichtsfeld des umgekehrten Bildes bei Anwendung der gewöhnlichen Dreizoll-Linse, welches nur $^3/_{10}$ des Hintergrundes umfafst. Es läfst sich nun bei diesem System berechnen, dafs, wenn der Abstand der beiden Pupillen $= 3\,f$ constant bleibt und die Entfernung der drei Linsen von einander ebenfalls constant, das System als Ganzes zwischen den beiden Augen in der Richtung der Axe verschoben werden kann, ohne etwas an Vergröfserung oder Gesichtsfeld zu ändern; nur mufs der Durchmesser der Linse 3, wenn sie sich weiter vom Auge entfernt, grösser werden. Das System kann also innerhalb gewisser Grenzen eine jede beliebige Stellung einnehmen. Betrachtet man dasselbe als astronomisches Fernrohr, so würde die Convexlinse 1 dem Objectiv, 2 der Collectivlinse und 3 dem Ocular entsprechen. Es weicht jedoch insofern von einem solchen ab, als Objectiv und Collectivlinse verhältnifsmäfsig sehr grofsen Durchmesser haben, und die Gegenstände nicht vergröfsert, sondern in natürlicher Angulargröfse abgebildet werden.

Natürlich kann das Gesichtsfeld nur dann vollständig überblickt werden, wenn es auch in seiner ganzen Ausdehnung beleuchtet wird. Es ist also nothwendig, zur Beleuchtung ein eben solches System zu verwenden, wie zur Beobachtung, und mit

diesem läfst sich das oben angegebene Princip der Blende, um ein reflexloses Bild zu erhalten, leicht combiniren.

Die Helligkeit des ophthalmoskopischen Bildes.

Wir kommen nun zu der Frage, welche Helligkeit das ophthalmoskopische Bild hat. Dies können wir aus folgenden Gesetzen ableiten:

1. Ein Punkt des Augenhintergrundes des Beobachteten kann nur dann vom Beobachter gesehen werden, wenn ein Theil der Strahlen, die er im leuchtenden Zustande aussenden würde, zur Lichtquelle, ein Theil zur Pupille des Beobachters gelangt.

2. Ein Punkt des Augenhintergrundes des Beobachteten ist dann maximal beleuchtet, wenn alle Strahlen, die er im leuchtenden Zustande aussenden würde, auf Theile der Lichtflamme auftreffen. Die Beleuchtung ist dann proportional der Gröfse der Pupille.

3. Der Augenhintergrund des Beobachteten wird dann mit maximaler Helligkeit vom Beobachter gesehen, wenn alle Strahlen, die ein Punkt des Augenhintergrundes des Beobachters im leuchtenden Zustande aussenden würde, auf die Pupille des Beobachteten auftreffen. Die Helligkeit ist dann proportional der Gröfse der Pupille des Beobachters.

Der dritte Satz ergiebt sich aus dem zweiten, indem an Stelle der Lichtflamme der Augenhintergrund des Beobachteten, und an Stelle des Beobachteten der Beobachter gesetzt wird. Nehmen wir hierzu zunächst ein Beispiel:

Von einem bestimmten Punkt des Augenhintergrundes geht stets ein Strahlenkegel aus, der als Cylinder paralleler Strahlen das Auge verläfst. Der Durchmesser dieses Cylinders ist gleich dem Durchmesser der Pupille. Befindet sich nun irgendwo auf dem Wege des Cylinders eine gleichmäfsig leuchtende Lichtquelle, die gröfser als die Pupille ist, so treffen alle Strahlen dieses Cylinders auf Theile der Flamme auf, und ebenso gehen von denselben Punkten der Flamme Strahlen auf dem Wege des Cylinders zu dem betreffenden Punkte des Augenhintergrundes hin. Da der Cylinder überall denselben Querschnitt hat, so ist auch die Entfernung der Lichtquelle ohne Bedeutung. Stets treffen alle Strahlen, die von dem Punkte des Augenhintergrundes ausgehen, auf Theile der Flamme auf, und deshalb ändert sich die Helligkeit nicht mit der Entfernung, so lange es sich um

endliche Verhältnisse handelt. Schaltet man zwischen Auge und Lichtflamme ein Linsensystem ein, so bilden die Strahlen, die von einem Punkte kommen, nicht mehr einen Cylinder, sondern Kegel, deren Durchmesser auf jedem Querschnitt ein anderer ist. Bringt man nun die Lichtflamme an irgend eine Stelle eines solchen Strahlenkegels, so ist der Punkt dann noch ebenso hell beleuchtet wie vorher, wenn der ganze Querschnitt von der Flamme ausgefüllt wird. Befindet sich die Flamme nahe der Spitze des Kegels, so kann sie sehr klein sein, befindet sie sich an einer Stelle von grofsem Querschnitt, so mufs sie grofse Ausdehnung haben.

In der Fig. 7 ist es gleichgültig, ob die Lichtflamme an der Stelle 1 die Gröfse *a b* hat oder an der Stelle 2 die Gröfse *c d*. Befindet sich aber an irgend einer Stelle ein Diaphragma, z. B. in 3 und dahinter erst die Lichtquelle in 4, so ist die Helligkeit der Beleuchtung für den Punkt *p* nur noch ein Theil der maximalen, sie verhält sich zu derselben wie die Oeffnung im Diaphragma zu dem Querschnitt des Strahlenkegels in 3. Wenden wir nun diese Betrachtung auf den Augenspiegel an: Wir wollen dabei nur immer die Helligkeit für die in der Mitte des Gesichtsfeldes gelegenen Punkte berechnen und eine Lichtquelle von nahezu gleichmäfsiger Intensität, z. B. Petroleum- oder Gaslicht, annehmen.

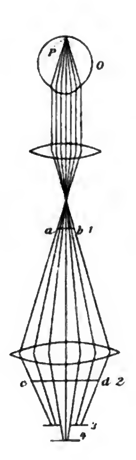


Fig. 7.

Im aufrechten Bilde wird der von einem Punkte des Augenhintergrundes des Beobachteten kommende Strahlencylinder von dem gewöhnlich gebrauchten Planspiegel nach der Lichtquelle reflectirt und ändert dabei seinen Querschnitt nicht. Er trifft also nur auf Stellen der Flamme auf, wäre also maximal beleuchtet. Der Spiegel selbst bildet aber ein Diaphragma, indem die Stelle, wo die Oeffnung zum Durchsehen sich befindet, nicht mehr für die Reflexion in Betracht kommt. Die erweiterte Pupille

habe 8 mm Durchmesser. Dann können wir die maximale Helligkeit einfach durch den Flächeninhalt der Pupille in Quadratmillimetern ausdrücken. Sie ist dann $= 16\pi$. Die Oeffnung im Spiegel habe 4 mm Durchmesser, sie nimmt also den vierten Theil des Strahlencylinders in der Ebene des Spiegels fort, die wahre Helligkeit ist also $^3/_4$ der maximalen $= 12\pi$. Alle von einem Punkte des Augenhintergrundes des Beobachters kommenden Strahlen treffen auf die Pupille des Beobachteten auf, da diese Cylinder nur 4 mm Durchmesser haben, die Pupille des Beobachteten 8 mm; der Hintergrund wird also mit maximaler Helligkeit gesehen. Diese Helligkeit können wir ebenfalls durch den Flächeninhalt der Oeffnung im Spiegel ausdrücken, also $= 4\pi$. Multipliziren wir diesen Werth mit dem für die Beleuchtung gefundenen, so erhalten wir als Gesammtresultat für die Helligkeit des aufrechten Bildes: $48\pi^2$.

Bei der Betrachtung im umgekehrten Bilde wollen wir wieder dieselben Constanten wie oben annehmen: Durchmesser der erweiterten Pupille: 8 mm, Entfernung der Pupille des Beobachteten von der Convexlinse von 30 mm Durchmesser und 75 mm Brennweite: $^4/_3 f$, Entfernung der Linse vom Auge des Beobachters: $4f$, Durchmesser der Oeffnung im Hohlspiegel: 4 mm, Brennweite des Hohlspiegels: 150 mm. Dann hat das von einem Punkte des Hintergrundes des Beobachteten kommende Strahlenbündel in der Ebene der Convexlinse 8 mm Durchmesser, in der Ebene des Spiegels 24 mm. Von hier nimmt der Querschnitt bis zur Lichtquelle wieder ab, so dafs es vollständig auf Theile der Lichtflamme auftrifft. Das Diaphragma nimmt hier nur $^1/_{36}$ des Querschnitts ein, die Helligkeit der Beleuchtung ist $^{35}/_{36}$ der maximalen, also $= {^{35}/_{36}} \cdot 16\pi = 15{,}6\pi$. Das Strahlenbündel, das von einem Punkte des Augenhintergrundes des Beobachtenden kommt, hat wieder 4 mm Durchmesser, in der Ebene der Pupille des Beobachteten $^4/_3$ mm Durchmesser, trifft also vollständig auf dieselbe auf. Es wird der Hintergrund also mit der maximalen Helligkeit 4π gesehen. Als Product ergiebt sich: $15{,}6\pi \cdot 4\pi = 62{,}4\pi^2$ als Helligkeit des umgekehrten Bildes, also eine erheblich gröfsere Helligkeit wie im aufrechten Bilde.

Beschreibung des Apparates.

Nachdem ich so die allgemeinen Gesetze, die für die Beobachtung des ophthalmoskopischen Bildes gelten, betrachtet

habe, will ich dazu übergehen, den von mir construirten Apparat zu beschreiben, von dem ich zunächst in Fig. 8 einen horizontalen Durchschnitt gebe. O_2 sei das Auge des Patienten, O_1 das des Arztes. Die Entfernung der Pupillen beider Augen beträgt, wenn beide emmetropisch sind, 22,5 cm. AB und CD sind zwei biconvexe Linsen aus gewöhnlichem Crownglas, deren Brennweite gleich ist und 7,5 cm beträgt. Ihr Durchmesser ist 5 cm. EF ist eine kleinere planconvexe Linse von ebenfalls 7,5 cm

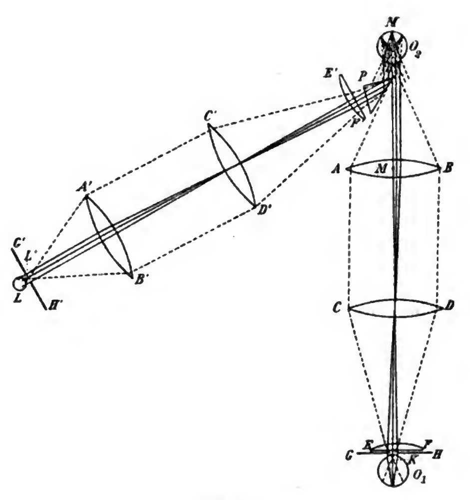


Fig. 8.

Brennweite. Die Pupille von O_2 steht ungefähr im Brennpunkt von AB. Die Entfernung zwischen AB und CD ist 7,5 cm, CD und EF ebenfalls 7,5 cm; sämmtliche Linsen sind centrirt. Die ausgezogenen Strahlen bezeichnen den Verlauf des von einem Punkt der Netzhaut ausgehenden Strahlenbüschels, die punktirten die Grenzen der gesammten Strahlenbüschel. Vor der Pupille von O_2 ist das total reflectirende Prisma P angebracht, so daſs es die halbe Pupille verdeckt und mit einer seiner beiden gleichen Katheten 1 cm von der Hornhaut entfernt bleibt. Dasselbe führt Licht zu von einer kleinen Petroleumflamme L durch die

3 Linsen *A'B'*, *C'D'* und *E'F'*, die in Gröfse, Brennweite und Entfernung von einander *AB*, *CD* und *EF* entsprechen. Man sieht aus der Figur, dafs die gesammten Strahlenbüschel wieder die Pupille des Beobachters durchlaufen, also nichts aus dem Gesichtsfeld herausgeschnitten wird; ferner, dafs die von einem Punkte ausgehenden sich wieder auf der Netzhaut des Beobachters schneiden, also ein scharfes Bild entsteht. Dicht vor der Lampe ist eine Blende *G'H'* mit halbkreisförmiger Oeffnung von 4 mm Radius angebracht. Die gerade Begrenzung des Halbkreises steht vertical und schneidet die optische Axe, während die Peripherie nach *G'* gerichtet ist, so dafs das Bild dieses kleinen Halbkreises von den Linsen *A'B'*, *C'D'* und *E'F'* nach totaler Reflexion im Prisma *P* genau auf dem Theil der Hornhaut, der in der Figur links an *MM* angrenzt, entworfen wird; der Theil der Hornhaut rechts von *MM* bleibt dunkel, wohl aber empfängt die Netzhaut rechts von *MM* Licht. Dadurch müssen alle Strahlen, die von der Hornhaut reflectirt werden, wieder rechts von der Oeffnung in der Blende *GH* fallen, und es gelangt nach O_1 nur Licht von der Netzhaut des Patienten durch den unbeleuchteten Theil der Hornhaut rechts von *MM* hindurch, so dafs jeder Reflex fortfällt.

Das Gesichtsfeld und die Vergröfserung für diese Anordnung ist auf S. 305—307 berechnet worden, es ergab sich ein Gesichtsfeld von 37° bei der Vergröfserung des aufrechten Bildes, es bleibt noch die Berechnung der Helligkeit nach den auf S. 308—310 entwickelten Grundsätzen übrig.

Nur die Hälfte des Strahlenbündels, das von einem Punkte des Augenhintergrundes des Beobachteten kommt, geht hier zur Lichtquelle. Die Beleuchtung ist also die Hälfte der maximalen, also $\frac{1}{2} \cdot 16\pi = 8\pi$. Das Strahlenbündel, das von einem Punkte des Augenhintergrundes des Beobachters kommt, kann stets vollständig auf die Pupille des Beobachteten auftreffen, da die Oeffnung im Diaphragma, durch welche der Beobachter hindurchsieht, sich vollständig auf der Hälfte der Pupille des Beobachteten in natürlicher Gröfse abbildet. Die Helligkeit ist hier immer maximal und sie kann so grofs werden, bis die Pupille des Beobachters so grofs wie die halbe Pupille des Beobachteten wird; und dies kann man annehmen, da die Intensität des Lichtes, das vom Augenhintergrunde kommt, nur sehr schwach ist, also die Pupille sich bei der Beobachtung desselben stark erweitert.

Sie ist dann $= 8\,\pi$. Wir haben also als Product $8\,\pi \cdot 8\,\pi = 64\,\pi^2$, also ebenso grofse Helligkeit wie im umgekehrten Bilde. Man hat dabei noch den Vortheil, dafs der Beobachtete nur halb so stark auf jeder Stelle seiner Netzhaut geblendet wird, wie bei der gewöhnlichen Betrachtung im umgekehrten Bilde.

In Figur 8a ist der Strahlengang im Innern des Auges O_2 und in der Umgebung desselben in etwas gröfserem Maafsstabe wiedergegeben. Man sieht drei Bündel unter sich paralleler Strahlen die Pupille von O_2 verlassen. Das mittlere, dessen Strahlen ausgezogen gezeichnet sind, geht von dem Punkte M

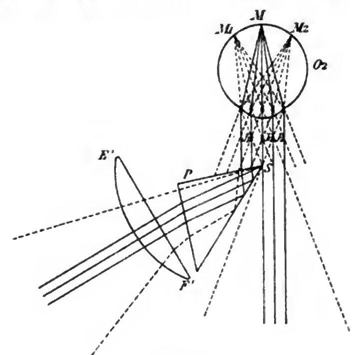


Fig. 8a.

der Netzhaut aus, das nach rechts abgehende von M_1, das nach links abgehende von M_2. Nur die linke Hälfte eines jeden dieser drei Cylinder oder ein Theil derselben dient zur Beleuchtung des entsprechenden Netzhautpunktes und nur die rechte Hälfte oder ein Theil derselben zur Beobachtung. Man sieht, dafs nur solche Punkte gleichzeitig beleuchtet und beobachtet werden können, von denen aus Strahlen sowohl zum Punkte J_1, dem Bilde von L' (Fig. 8), wie zu J_2, dem Bilde von K (Fig. 8) gehen. Diese Punkte J_1 und J_2 liegen auf der Mitte der Verbindungslinien der Spitze des Prismas mit dem linken und rechten Rande der Pupille von O_2. Ihre Entfernung von einander ist gleich dem halben Pupillendurchmesser. M_1 und M_2 stellen also die Grenzen des Gesichtsfeldes dar. Die Gröfse desselben ist also

$$= \frac{J_1 J_2}{J_0 S} \text{ oder } = \frac{\text{Durchmesser der Pupille}}{\text{Entfernung der Iris von der Spitze des Prismas}}.$$

Nehmen wir an, dafs die Entfernung der Iris von der Spitze des Prismas 10 mm betrage, so mufs die Pupille von O_2 einen Durchmesser von 6,7 mm haben, damit das Gesichtsfeld in horizontaler Richtung, wie oben berechnet, $^2/_3$ betrage. Ist die Pupille kleiner, so wird das Gesichtsfeld des Apparates in horizontaler Richtung nicht vollständig ausgenutzt, dagegen bleibt es in verticaler Richtung unverändert. Man sieht auch ferner aus Figur 8a, dafs die Helligkeit der einzelnen Netzhautpunkte nach beiden Seiten hin allmählich abnimmt, während sie für vertical unter einander liegende Punkte stets die gleiche ist. Diese Helligkeitsabnahme ist aber praktisch nicht von grofser Bedeutung.

Was nun die äufsere Form des Apparates anbetrifft, dessen Totalansicht von der Seite des Beobachters aus ich in der Fig. 10 wiedergebe, so besteht er aus zwei Rohren, die unter spitzem Winkel zu einander stehen. An der Spitze dieses Winkels steht das Prisma, und dort befindet sich auch die Oeffnung, in die der Patient hineinsieht. Das Rohr, das zur Beobachtung dient, läfst sich ausziehen und einschieben und so für die verschiedenen Refractionszustände einstellen. Für hochgradige Hypermetropie und Myopie sind zwei andere Oculare vorhanden, die leicht gegen das dritte ausgewechselt werden können. Am Ende des Beleuchtungsrohres befindet sich eine Petroleumlampe und dicht vor dieser die Blende, welche einen Ausschnitt trägt, der die Form und Gröfse der halben Hornhaut hat (s. Fig. 9).



Fig. 9.

Der Apparat als Ganzes ist mit der Lampe fest verbunden und läfst sich mit dieser zusammen durch eine Schraube auf und ab bewegen, durch eine zweite Schraube von links nach rechts. Diese Bewegungen sind nothwendig, um allen Bewegungen des Auges des Patienten leicht folgen zu können. Der Patient stützt das Kinn auf einen Halter, der vorn am Apparat angebracht ist. Es ist nun noch eine Vorrichtung nothwendig, um die richtige Stellung des Apparates zu dem Auge

finden zu können. Dazu befindet sich rechts vom Beobachtungsrohr ein Kasten, in dem zwei Prismen angebracht sind. Das eine dient zur Einstellung für den Beobachter selbst, während er den Patienten untersucht, das zweite gestattet es einer rechts vom Apparat befindlichen Person, für einen Ungeübten den Apparat einzustellen.

Es gelingt nun in der That leicht, bei erweiterter Pupille ein grofses Gesichtsfeld zu übersehen. Man sieht gleichzeitig

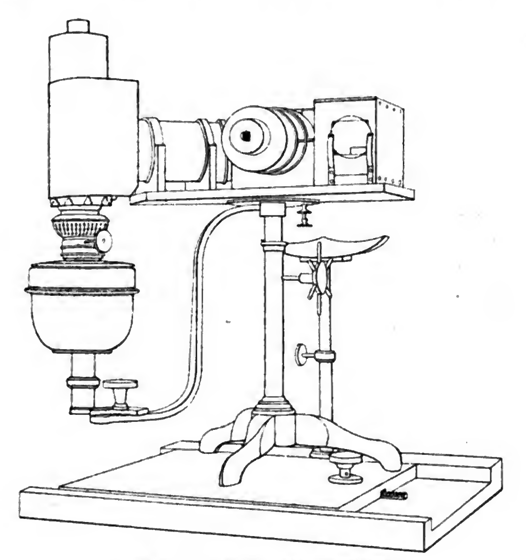


Fig. 10. Ansicht des Apparates.

die Macula und die Papille des Sehnerven, wenn der Blick des Beobachteten so gerichtet ist, dafs dieselben sich an den entgegengesetzten Seiten des Gesichtsfeldes befinden. Die Vergröfserung ist so stark wie im aufrechten Bilde, und bei keiner Blickrichtung tritt ein Reflex auf. Man kann den Apparat sowohl zur Vorführung des ophthalmoskopischen Bildes für einen Ungeübten als auch selbst zur eingehenden Beobachtung benutzen. Obgleich die Vergröfserung keine stärkere ist als sonst

die des aufrechten Bildes, so gelingt es doch, noch feinere Einzelheiten zu erkennen, weil die Beobachtung bedeutend bequemer ist, und man sich die einzelnen Stellen viel länger betrachten kann. So sieht man z. B. in der Umgebung der gröſseren Gefäſsstämme eine feine Längsstreifung, die ich für die Ausbreitung der marklosen Nervenfasern halte. Eine künstliche Erweiterung der Pupille ist bei den meisten Patienten nothwendig, da dieselbe sich wegen der Gröſse des gleichzeitig beleuchteten Feldes gewöhnlich zu stark zusammenzieht. Zur Erweiterung benutzt man am besten reines Homatropin ohne Cocainzusatz, da bei letzterem manchmal leichte Veränderungen an der Hornhaut eintreten, die die Güte des Bildes beeinträchtigen. Bei der Beobachtung von Thieraugen, die weniger gut wie das menschliche gebaut sind, z. B. von Kaninchen, dürfte es sich empfehlen, den Apparat so zu schrauben, daſs nur $^1/_3$ der Pupille zur Beleuchtung benutzt wird, und $^2/_3$ zur Beobachtung, damit man durch den mittleren Theil des Auges, welcher die besten Bilder giebt, hindurchblicken kann. Ebenso wie sonst der Augenspiegel zur Refractionsbestimmung benutzt wird, lassen sich natürlich auch die verschiedenen Methoden derselben mit diesem Apparate combiniren; auch dürfte damit die Photographie des ophthalmoskopischen Bildes keine besonderen Schwierigkeiten bereiten. Die Anfertigung des Apparates hat die Firma Franz Schmidt & Haensch zu Berlin (S. Stallschreiberstraſse 4) übernommen.

(*Eingegangen am 4. April 1899.*)

(Aus dem physiologischen Institut der Wiener Universität.)

Die Präcision der Blickbewegung und der Localisation an der Netzhautperipherie.

Von

Dr. CHAS. B. MORREY (Columbus O., U. S. A.).

Wenn irgend ein Object in den seitlichen Theilen des Gesichtsfeldes unsere Aufmerksamkeit erweckt, so richten wir, bekanntlich halb unbewufst, unseren Blick nach demselben. Diese Bewegung der Bulbi geschieht mit aufserordentlicher Präcision, wie aus der Geschwindigkeit derselben und aus der, wie es scheint, in der Regel nahezu geradlinigen Verschiebung des Blickpunktes hervorgeht.[1]

Die Art, in welcher sich diese Fertigkeit entwickelt hat, kann man sich nach den Ausführungen von S. EXNER[2] folgendermaafsen vorstellen: „Die Gleichzeitigkeit der Erregung der betreffenden Opticusfaser und jener willkürlich in die Augenmuskeln gesandten Erregungen kann zwischen jenen Opticusfasern, beziehungsweise ihrem subcorticalen Centrum und dem Augenmuskelcentrum" (nach den früher geschilderten Principien) „Verwandtschaften herstellen." Specieller ausgedrückt wird dies in unserem Falle heifsen, dafs jede „Localfaser" des Opticusapparates bei ihrer Erregung einen entsprechenden Impuls sämmtlicher Augenmuskeln auszulösen vermag; „für jeden Augenmuskel fallen die Impulse, je nach der Localfaser, die gereizt wird, verschieden aus, wobei nun nicht mehr an Verschiedenheiten im Grade der Muskelreizung sondern an Verschiedenheiten des Verkürzungs-

[1] Vgl. LAMANSKY, PFLÜGER's *Arch.* Bd. II und GUILLERY, Ueber die Schnelligkeit der Augenbewegungen, PFLÜGER's *Arch.* Bd. LXXIII, S. 87.

[2] S. EXNER, Entwurf zu einer physiologischen Erklärung der psychischen Erscheinungen. I. Theil. Wien 1894. S. 243 ff.

grades gedacht werden mufs". Diesen in den Kernen gesetzten Impulsen entsprechen daselbst auftretende Erregungen, die als Muskelgefühl zur Rinde geleitet und mit dem Charakter von Empfindungen ausgestattet, daselbst verarbeitet werden können. In diesen Muskelgefühlen sieht EXNER eines der wesentlichsten Momente, die zum Begriffe des Localzeichens geführt haben. „Sie sind einheitliche secundäre Empfindungen, variabel nach den Erregungsintensitäten der einzelnen Bahnen, die ihnen angehören." Aber, wie er weiter nachweist, unterrichten uns jene Verwandtschaften resp. die sich aus ihnen herleitenden Localzeichen nur über die gegenseitigen Beziehungen zweier Erregungen zu einander, geben uns aber keinen Aufschlufs über die Lage eines gesehenen Objectes im Blickfelde. Hier mufs noch ein zweites Moment ins Spiel kommen, nämlich die an den momentan obwaltenden Contractionszustand der einzelnen äufseren Augenmuskeln geknüpften Empfindungen. Die in einem gegebenen Falle thatsächlich ausgeführte Blickbewegung wird also zunächst durch jene das Localzeichen charakterisirenden Innervationsimpulse bestimmt sein. Bei Ausführung derselben wird ihre Präcision wohl noch dadurch erhöht werden, dafs die Netzhaut sich an dem Netzhautbilde verschiebt, somit eine Succession von Localzeichen geliefert wird. Von diesem Gesichtspunkte aus habe ich es nun unternommen, die Präcision der Blickbewegung und der Localisation an der Netzhautperipherie einer Untersuchung zu unterziehen, deren Resultate im Folgenden mitgetheilt werden sollen.

Es war meine Absicht die Genauigkeit zu bestimmen, mit welcher die entsprechende Blickbewegung durch ein gegebenes Localzeichen, d. h. durch einen die Netzhaut treffenden Reiz ausgelöst wird. Damit wirklich nur ein Localzeichen wirke, habe ich im dunklen Gesichtsfelde Momentanreize verwendet, und die Correctheit der Blickbewegung gemessen durch die Gröfse des Fehlers, der bei dem Bestreben, den Punkt des Reizes im Gesichtsfelde zu fixiren, begangen wird.

Die Bezeichnung des nunmehr fixirten Punktes geschah mittels eines Stabes, nach mäfsiger Erhellung des Gesichtsfeldes, sodafs die Spitze desselben wahrgenommen werden konnte. Natürlich vergingen vom Momente des Reizes bis zur Bezeichnung des scheinbaren Reizortes einige Secunden. Da vorauszusehen war, dafs die Lösung der Aufgabe, einen im Dunkeln

fixirten Punkt nach einigen Secunden mit der Spitze eines Stabes zu berühren, auch mit Fehlern behaftet sein werde, so war es nöthig eine zweite Versuchsreihe auszuführen, in welcher blos der letztere Fehler, nicht der uns zunächst interessirende Fixationsfehler, Gegenstand der Messung war. Um bei diesen Controlversuchen die Verhältnisse möglichst gleich zu gestalten jenen der Hauptversuche, stellte ich die beiden Versuchsreihen nur insofern verschiedenartig an, als bei den Hauptversuchen, wie gesagt, Momentanreize angewendet wurden, während bei den Controlversuchen eine Succession von elektrischen Funken noch während der Blickbewegung bis zum Momente der Fixation auf die Netzhaut wirkten.

Meine Versuche wurden in einem Zimmer ausgeführt, das während der Einzelexperimente, abgesehen von den weiter unten zu beschreibenden Ausnahmen, vollkommen verdunkelt war. Eine grofse Papiertafel, deren Oberfläche in Quadrate von 10 cm Seitenlänge getheilt ist, war senkrecht vor dem Experimentator aufgestellt. In einer Entfernung von 74 cm stand die Vorrichtung zur Fixation des Kopfes durch Einbeifsen, welche v. Helmholtz angegeben hat. Die Beobachtungen nahm ich als ständiger Experimentator sitzend und mit meinem linken Auge vor, das ein wenig myopisch ist. Als Ausgangsstellung wurde die Primärstellung des Auges gewählt und dieselbe mittels der Nachbildmethode von v. Helmholtz bestimmt. Der Fixationspunkt für diese Primärstellung wurde auf der Papiertafel durch Leuchtfarbe sichtbar gemacht. Der Gang eines Versuches war nun der folgende. Nachdem ich die Augen geschlossen und überdies auch, um jede Kenntnifs des zu localisirenden Punktes auszuschliefsen, die Ohren verstopft hatte, wurde vom Assistenten beim Schein einer in mattirter Birne angebrachten Glühlampe der später zu beschreibende Funkenapparat an einen bestimmten Punkt der Papiertafel gebracht. Nachdem das Zimmer wieder völlig verdunkelt worden war, öffnete ich das linke Auge und richtete es auf den Fixationspunkt in der Primärlage. Unmittelbar darauf liefs der Assistent einen kleinen elektrischen Funken überspringen und ich selbst versuchte sofort mittels des Stabes, den ich in der rechten Hand hielt, jenen Punkt der Papierfläche zu bezeichnen, an welchem mir der Funke erschienen war. Ermöglicht wurde dies, indem gleich nach Ueberspringen des Funkens die Tafel und der Stab durch das Aufleuchten einer

Glühlampe etwas erhellt wurden. Diese letztere befand sich hinter und über meinem Kopfe und beleuchtete durch einen transparenten Schirm hindurch die Papierfläche nur soweit, dafs ich die Spitze des sich auf ihr bewegenden Stabes, nicht aber die quadratische Theilung sehen konnte. Der Assistent notirte sodann meine Angabe. Um zu erfahren, wie sich die Genauigkeit dieser Localisation zur Genauigkeit verhält, die bei controlirten Blickbewegungen möglich ist, wurde die zweite Versuchsreihe in der Weise ausgeführt, dafs an jenem Contacte eine ganze Reihe von Funken übersprang, unter deren Leitung ich diesen Punkt fixirte und dann in derselben Weise wie früher mit dem Stabe bezeichnete.

Während ich die Hauptversuche für sehr viele Punkte des gesammten Sehfeldes ausführte, erstreckt sich die Reihe der Controlversuche nur auf den horizontalen und den verticalen Meridian. Die Funkenvorrichtung bestand aus einem kleinen Gestell, auf welchem einerseits ein Platindraht, andererseits eine mit Platin belegte Messingfeder zur Berührung eingestellt werden konnten. Ein Fingerdruck auf ein Hebelchen machte die Feder zurückschnellen; sie war so gebogen, dafs der Funke, der nun übersprang, von dem Orte des Experimentators immer sichtbar war. Ein Paar Schnüre dienten als Stromleitung.

Sollte eine Reihe von Funken überspringen, so wurde durch wiederholten Fingerdruck der Contact unterbrochen.

I. Hauptversuche.

Die Papiertafel, an welcher ich experimentirte, war, wie schon bemerkt, in Quadrate getheilt, und zwar durch horizontale und verticale Linien. Ueber dem Fixationspunkt der Primärlage waren 18, unter demselben 13 horizontale Linien, rechts von demselben (Nasalseite des Sehfeldes) 9, links (Schläfenseite) 15 verticale Linien, eine horizontale und eine verticale kreuzten sich im Fixationspunkt. Es war somit die ganze Fläche in 744 Quadrate getheilt, die, abgesehen von einzelnen am Rande gelegenen und für eine Bestimmung nicht mehr geeigneten, in das Gesichtsfeld fielen. Für jeden Durchschnittspunkt der Theilung wurde ein Einzelexperiment ausgeführt. Das Resultat habe ich zunächst auf eine zehnfach verkleinerte Copie („Hauptversuchstafel“) dieser Tafel verzeichnet, indem ich den wahren und den von mir mit dem Stabe bezeichneten Punkt auftrug und durch eine Gerade

verband. Um dann ein Maafs für die Genauigkeit der Angabe, in ihrer Abhängigkeit vom Netzhautcentrum zu gewinnen, habe ich weiter in dieser Copie Kreise eingetragen, die concentrisch um den Fixationspunkt angeordnet, Radien hatten, von denen der innerste die Länge einer Quadratseite (1 cm) hatte und jeder folgende um eine Quadratseite länger war. Es wurde nun für jeden so entstandenen Ring die Gröfse der Fehler der sich auf seine Fläche erstreckenden Einzelversuche gemessen und davon das Mittel genommen. Die Resultate dieser Messungen und Berechnungen sind in Curve I (der Tafel auf S. 323) dargestellt[1], und zwar in der Art, dafs die Gröfsen der Winkel, welche die Sehlinie des Funkens mit der in Primärlage befindlichen Gesichtslinie einschliefsen, als Abscissen rechts und links vom Nullpunkt aufgetragen wurden (Zahlen 0—70 der Tafel), während die Fehlergröfse in den Ordinaten wiedergegeben ist.

Da die Curve symmetrisch rechts und links vom Nullpunkt aufgetragen worden ist, so bedeutet sie die Genauigkeit der Localisation an einem idealen Meridionalschnitt durch die Netzhaut; ideal in sofern als diese Genauigkeit als Durchschnittsgenauigkeit für einen gegebenen Gesichtswinkel aufzufassen ist, gleichgültig in welchem Meridian der Netzhaut sich das Gesichtsobject befinde.

Obwohl die Curve, offenbar den unvermeidlichen Versuchsfehlern entsprechend, einen recht unregelmäfsigen Verlauf nimmt, kann doch wohl an ihr ersehen werden, dafs die Fehlergröfsen bei 50—60 Winkelgraden circa 2 bis 3 Mal jene bei 10—20 Winkelgraden übertreffen.

Die ausgezogene Curve II stellt dieselben Messungen dar, aber ausschliefslich, soweit sie den verticalen Meridian betreffen, und bezieht sich die linke Hälfte derselben auf den oberen, die rechte auf den unteren Theil dieses Meridians. Da hier für fast jeden Durchschnittspunkt meiner Hauptversuchstafel nur e i n e Messung vorhanden war, erklärt sich der viel unregelmäfsigere Verlauf der Curve. Im Wesentlichen aber zeigt sie dasselbe Verhalten wie Curve I.

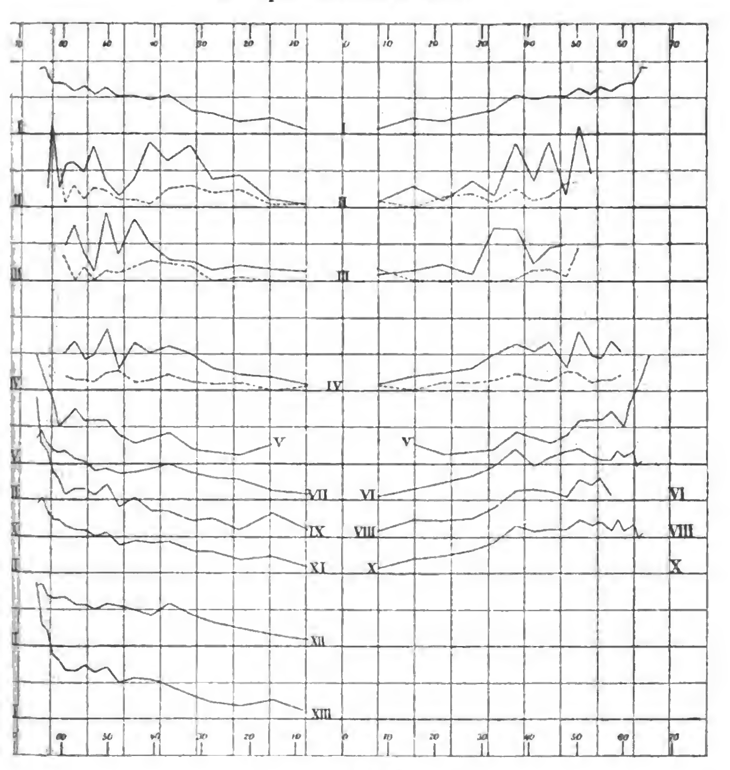
[1] Die Nummern der Curven sind in der genannten Tafel den Curven nächst der Nulllinie beigesetzt, und die zu jeder Curve gehörige Abscisse ist mit derselben Nummer versehen. Der Nullpunkt bedeutet den Fixationspunkt in der Primärlage, die beiderseits aufgetragenen Zahlen die Winkelgrade im Sehfelde.

Curve III entspricht in ihrem ausgezogenem Antheile den gleichartigen Resultaten für den horizontalen Meridian, wobei der linke Antheil der linken, der rechte Antheil der rechten Hälfte des Meridians entspricht.

Da ich nach dem Gesammteindrucke der Hauptversuchstafel vermuthete, dafs die Fehlerwerthe des horizontalen und des verticalen Meridianes kleiner sind als die übrigen, so habe ich Curve IV nach Art der Curve I construirt, indem hier aber ausschliefslich die in den beiden senkrecht aufeinander stehenden Meridianen gelegenen Punkte zur Construction verwendet wurden. Es scheint in der That, als hätte Curve IV weniger die Tendenz peripher anzusteigen als Curve I, was bedeuten würde, dafs die Localisation in diesen beiden Hauptmeridianen eine vollkommenere sei. Um mich noch weiter hierüber zu orientiren, habe ich die Curve V nach denselben Regeln wie Curve IV gezeichnet, indem ich nur die Punkte in Rechnung zog, welche auf den beiden senkrecht aufeinander stehenden aber um 45° gegen den horizontalen verschobenen Meridianen liegen. Auch der Vergleich von Curve IV und V läfst das genannte Verhalten vermuthen, doch wage ich auf Grund dieser Messungen nicht mit mehr als geringer Wahrscheinlichkeit von dem erhöhten Localisationsvermögen in den beiden Hauptmeridianen zu sprechen.

Ferner habe ich die vier Quadranten des Sehfeldes mit einander verglichen, wobei die dem horizontalen Meridian angehörigen Punkte jedem der beiden ausstossenden Quadranten zugezählt wurden. Ebenso betreffs des verticalen Meridians. Die erhaltenen Resultate sind in den vier Curven VI, VII, VIII, IX wiedergegeben und beziehen sich auf den Quadranten rechts-oben, links-oben, rechts-unten, links-unten. Man gewinnt beim Anblick dieser Curven den Eindruck, als würde die Genauigkeit der Localisation an den Seitentheilen des Sehfeldes (zwischen 40 und 65°) an der rechten Seite eine gröfsere sein als links. Da ich mit dem linken Auge beobachtete, so bezieht sich dies auf die Schläfenseite der Netzhaut. Um hierin klarer zu sehen, führte ich weiterhin die Berechnung für die rechte und die linke Sehfeldhälfte getrennt durch und erhielt dadurch die Curven X und XI. Sie lassen einen Unterschied der genannten Art nicht mit Sicherheit erkennen. Dasselbe gilt für die Curven XII und XIII, welche der oberen und der unteren Gesichtsfeldhälfte angehören.

Hauptversuchs-Tafel.



Tafelerklärung.

Curven, welche die Gröfse der Localisationsfehler in Ordinaten angeben. Die auf den Abscissen aufgetragenen Zahlen bedeuten die Winkelgrade im Sehfeld.

Fig. I. Curve der Fehler für das gesammte Gesichtsfeld.

Fig. II und III. Curven der Fehler für den verticalen resp. horizontalen Meridian (ausgezogen) und die entsprechenden Controlcurven (punktirt). In den Curven II entspricht der rechte Antheil der

unteren, der linke der oberen Hälfte des verticalen Meridians, in den Curven III der rechte der rechten, der linke der linken Hälfte des horizontalen Meridians.

Fig. IV. Curve der Fehler für den verticalen und horizontalen Meridian (ausgezogen) und die entsprechende Controlcurve (punktirt).

Fig. V. Curven der Fehler für die beiden um 45° gegen den horizontalen Meridian verschobenen, zu einander senkrechten Meridiane.

Fig. VI, VII, VIII, IX. Curven der Fehler für den rechten oberen, linken oberen, rechten unteren und linken unteren Quadranten des Sehfeldes.

Fig. X, XI, XII, XIII. Curven der Fehler für die rechte, linke, obere, untere Gesichtsfeldhälfte.

II. Controlversuche.

Wie gesagt, habe ich, um zu erfahren was von den Fehlern meiner Localisationen dem Gesichtsorgan und was den Bewegungen der den Stab führenden Hand angehört, Controlversuche gemacht, bei welchen die Funken an dem Beobachtungspunkte wiederholt und so lange übersprangen, bis derselbe fixirt war. Die unter diesen Umständen sich ergebenden Fehler sind in den Curven II, III und IV punktirt verzeichnet. Sie zeigen, dafs die Unsicherheit der Bezeichnung eines fixirten Punktes mit seiner Entfernung vom Fixationspunkt der Primärlage zunimmt. Diese Zunahme ist aber eine recht geringe und erklärt nicht den Verlauf der ausgezogenen Curve. Als Maafs für die in den Functionen des Sehorganes begründeten Fehler der Localisation können somit für verschiedene Antheile der Netzhaut die Distanzen gelten, welche zwischen der ausgezogenen und der punktirten Curve, entsprechend den betreffenden Punkten der Abscissenaxe, liegen. Aus diesen Distanzen ergiebt sich, dafs der Fehler der optischen Localisation umso gröfser wird, je gröfser die Entfernung der gereizten Netzhautstelle vom Netzhautcentrum ist.

Es wird Gegenstand weiterer Untersuchungen sein müssen, festzustellen ob die gefundene Zunahme des Fehlers gebunden ist an die Entfernung des Blickpunktes von der Primärstellung, oder an die Gröfse der Blickbewegung selbst; d. h. es werden neuerliche Versuchsreihen auszuführen sein, bei welchen die Blickbewegung nicht von der Primärlage ausgeht.

III. Richtung der Fehler.

Ueberblickt man die Hauptversuchstafel, in welcher jeder Fehler der Hauptversuchsreihe seiner Richtung und Gröfse nach

verzeichnet ist, so fallen zwei Eigenthümlichkeiten in die Augen. Erstens, dafs die Zahl der Urtheile, durch welche der localisirte Punkt peripheriewärts von dem Beobachtungspunkte verlegt wurde, um ein Vielfaches geringer ist, als die Zahl der entgegengesetzten Urtheile; zweitens dafs die Striche überwiegend radiäre Richtung haben.

Es geht daraus hervor, dafs wir geneigt sind, das Gesichtsobject so zu localisiren, als wäre es dem Fixationspunkt der Primärlage genähert.

Die Durchführung dieser Versuche ist natürlich nur unter Beihülfe eines Assistenten möglich gewesen. Herr Dr. Paul Clairmont hatte die grosse Liebenswürdigkeit, diese Hülfeleistungen zu übernehmen. Ich spreche ihm dafür auch an dieser Stelle den wärmsten Dank aus.

(*Eingegangen am 7. März 1899.*)

(Aus der Univ.-Augenklinik zu Breslau.)

Ein Beitrag zur congenitalen totalen Farbenblindheit.

Von

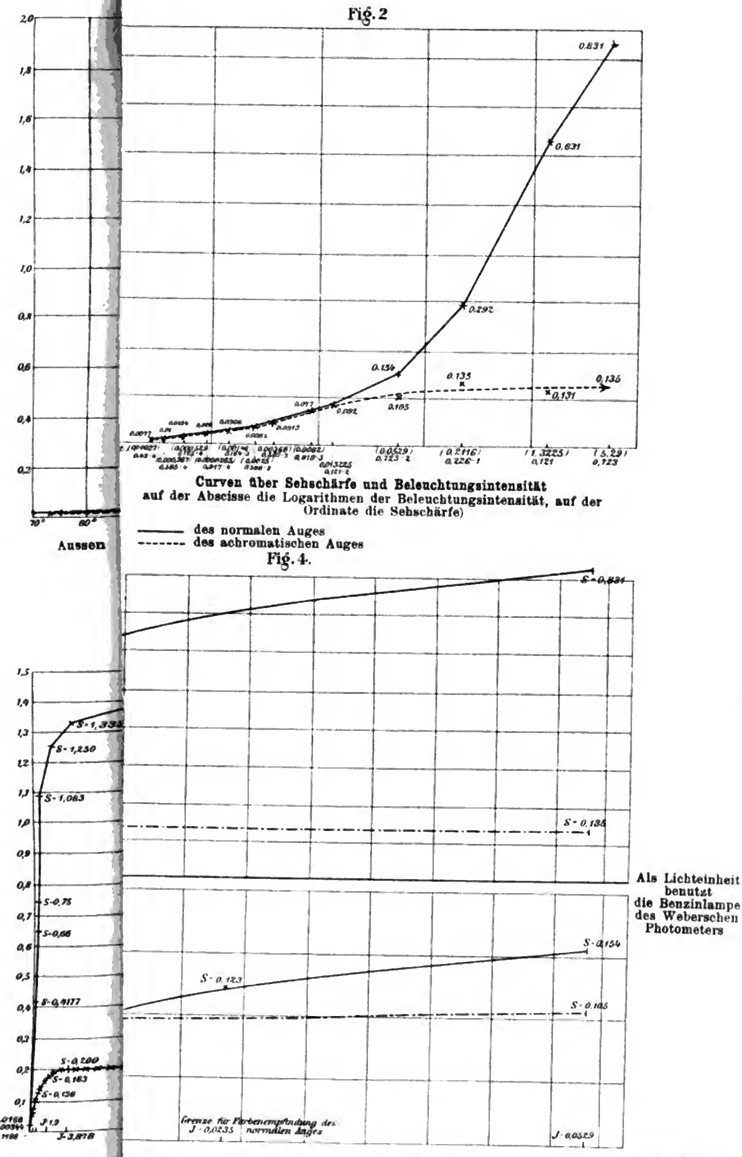
Prof. W. Uhthoff.

(Mit einer Tafel.)

Auf dem letzten Heidelberger ophthalmologischen Congreſs August 1898 habe ich im Anschluſs an die Mittheilungen der Herrn Collegen von Hippel [18] und Pflüger [37] ein kurzes Referat über Untersuchungsreihen von einem Patienten mit angeborener totaler Farbenblindheit gegeben. Die Untersuchung war zu jener Zeit noch nicht nach allen Richtungen abgeschlossen, ich bin nun in der Lage gewesen, dieselbe inzwischen fortzuführen und zu vervollständigen und will ich die definitiven Resultate in den folgenden Zeilen niederlegen.

Die Farbensinnstörung an und für sich gehört in diesen Fällen zu den relativ bestgeklärten und bestuntersuchten Factoren, ich werde im Ganzen kurz über dieselben hinweggehen. Eine besonders eingehende Berücksichtigung jedoch habe ich dem Verhalten der centralen und der peripherischen Sehschärfe, sowie dem Abhängigkeitsverhältniſs derselben von der Beleuchtung des Probeobjectes zu Theil werden. Auch das Verhalten des Lichtsinnes und der Adaptation wurde näher berücksichtigt und ebenso die Gesichtsfeldprüfung, welche zuletzt nach vielen vergeblichen Versuchen doch noch zu dem Nachweis eines kleinen centralen Skotomes (A. König) auf beiden Augen und zwar in ganz symmetrischer Weise führte. Ich werde später darauf zurückkommen.

Gerade diesen Punkten aber muſs bei der Discussion über das Wesen der angeborenen totalen Farbenblindheit, wie sie in jüngster Zeit besonders lebhaft von v. Kries, Hering, Hess,



Curven über Sehschärfe und Beleuchtungsintensität
auf der Abscisse die Logarithmen der Beleuchtungsintensität, auf der Ordinate die Sehschärfe)

——— des normalen Auges
- - - - - - des achromatischen Auges

(Gecurven über Sehschärfe und Beleuchtungsintensität
im grösseren, Curve B im kleinern Maassstab gezeichnet)

A. König, Ladd-Franklin, von Hippel, Pflüger u. A. geführt worden ist, eine gröfsere Bedeutung beigelegt werden.

In der Literatur finden sich bisher ca. 30 Beobachtungen niedergelegt, welche wir wohl mit Sicherheit als ausgesprochene Fälle von congenitaler totaler Farbenblindheit ansehen dürfen. Es sei hierbei abgesehen von einer Reihe von Mittheilungen, die zu ungenau sind, um sich ein Urtheil über dieselben bilden zu können, oder die direct bei kritischer Betrachtung als typische Fälle von angeborener totaler Farbenblindheit nicht anzusehen sind. Mit Recht dürfen wir in den zuerst erwähnten Fällen, abgesehen von der charakteristischen Farbensinnstörung, auch noch einige andere Factoren als zu dem typischen Krankheitsbilde der angeborenen totalen Farbenblindheit gehörig rechnen; Anomalien, die eben wegen ihres regelmäfsigen Vorhandenseins bei derartigen Patienten für die Erklärung des Zustandes von Bedeutung sind und gerade in der letzten Zeit von verschiedenen Autoren in dieser Hinsicht eingehend diskutirt wurden.

Zu solchen fast constanten Begleiterscheinungen sind zu rechnen:

1. Eine subnormale Sehschärfe schwankend zwischen $^1/_4$—$^1/_{10}$, nur gelegentlich wird nach S. = $^1/_3$ angegeben; doch sind gerade diese letzteren Mittheilungen unsicher, und ebenso ist der bekannte Becker'sche Fall[2] von einseitiger totaler Farbenblindheit mit guter Sehschärfe nicht im eigentlichen Sinne hierher zu rechnen, wie schon Hering betont. Ein Fall, der überdies wenig eingehend analysirt wurde.

2. Eine ausgesprochene Lichtscheu mit deutlicher Verschlechterung des Sehens bei intensiver Beleuchtung.

3. Ein eigenartiger Nystagmus.

Das männliche Geschlecht ist ausgesprochen viel häufiger befallen als das weibliche, ungefähr im Verhältnifs von 6:1.

Hereditäre Verhältnisse liefsen sich gelegentlich nachweisen und zwar gewöhnlich in der Weise, dafs verschiedene Geschwister an der gleichen Anomalie litten.

Unsere Beobachtung ist folgende:

Der jetzt 16 Jahr alte Patient C. Bl. aus Breslau stellt sich im Mai 1898 in der Klinik vor, um sich zur Verbesserung seines Sehens ein Glas verschreiben zu lassen. Er hat von frühster Jugend an schwach gesehen und die Farben von jeher nicht unterscheiden können. In hereditärer Hinsicht ergeben sich

keine Anhaltspunkte. Seine Eltern, sowie seine 3 Stiefgeschwister sehen gut und haben einen guten Farbensinn. Patient selbst ist sonst gesund, körperlich normal entwickelt und von guter Intelligenz, er konnte auch die Schule regelrecht besuchen, obschon seine Sehschwäche ihm in mancher Hinsicht Schwierigkeiten bereitete. Er wählte Anfangs den Beruf eines Gärtners, mufste denselben jedoch wegen seines mangelnden Farbensinnes bald wieder aufgeben und ist jetzt Bäcker.

Die objective Untersuchung des Patienten mit Augenspiegel und Ophthalmometer ergiebt auf beiden Augen einen hyperopischen Astigmatismus von 2,0 D nach der Regel. Der Augenhintergrund bietet sonst keine abnormen Verhältnisse, die Papillen zeigen normale Färbung, und normales Verhalten der Netzhautgefäfse, ebenso bietet die Gegend der Macula lutea das gewöhnliche Aussehen. Ein Kreisreflex um dieselbe ist nicht wahrnehmbar, die Fovea centralis differenzirt sich, wie gewöhnlich, als bräunlich-rother Fleck, ein kleiner hellweifslicher Reflex gerade in der Mitte der Fovea ist, auch bei der Untersuchung im aufrechten Bilde, nicht nachzuweisen. Pupillenreaction auf Licht und Convergenz gleichfalls normal, die Augenbewegungen sind frei. Es besteht ein leichter Grad von Strabismus divergens alternans mit zeitweise störender gekreuzter Diplopie. Ein regelrechter binocularer Sehact, sowie richtiges stereoskopisches Sehen ist nicht vorhanden. Farbe der Iris braun, dieselbe ist stark pigmentirt.

Auffällig ist ferner bei den Patienten eine Art von Nystagmus in der Weise, dafs er beim Fixiren häufige ruckweise kleine seitliche Bewegungen mit den Augen ausführt und zwar sowohl beim Sehen mit beiden Augen zusammen als auch beim Verdecken eines Auges. Die Bewegungen erfolgen beiderseits stets im associirten Sinne, unterscheiden sich jedoch durch das wechselnde und namentlich beim Fixiren auftretende Verhalten von dem gewöhnlichen continuirlichen oscillirenden Nystagmus in seitlicher Richtung. Mit grofser Mühe gelingt es auch dem Untersuchten, die Augen eine Zeit lang in einer festen, unbeweglichen Stellung zu halten, wenn man ihn dringend mahnt, ruhig geradeaus zu sehen, und er Alles aufbietet, um gar keine Bewegungen mit den Augen auszuführen; sobald er aber aufmerksam und fest ein vorgehaltenes Object fixirt, scheint es ihm sehr schwer zu sein, die leichten ruckweisen seitlichen Bewegungen ganz zu vermeiden. Es macht den Eindruck, als

habe Patient keine ganz bestimmte circumskripte centrale Netzhautpartie, die durch eine so gute Sehschärfe vor den angrenzenden Netzhautpartien sich auszeichne, wie unter normalen Verhältnissen die Fovea centralis vor den benachbarten Theilen der Macula lutea. Der Untersuchte scheint beim Fixiren bald die eine, bald die andere Stelle seiner Macula lutea einzustellen, gleichsam suchend und auswählend zwischen benachbarten centralen Netzhautpartien, die ungefähr die gleiche Sehschärfe haben. Wir werden später sehen, wie die Bestimmung der centralen und excentrischen Sehschärfe ergiebt, dafs das Netzhautcentrum in der That ein kleines Skotom aufweist. Wir haben die Gröfse der kleinen nystagmusartigen Excursionen der Augen bei dem total Farbenblinden verglichen mit der Gröfse der Augenbewegungen in seitlicher Richtung beim normalen Beobachter, wenn derselbe bald den einen, bald den anderen Rand des Skotoms fixirt, also den Fixirpunkt um $1\frac{1}{2}°$ wandern läfst. Es zeigte sich hierbei, dafs die Excursionen beim Achromaten und beim normalen Auge annähernd gleich grofs waren.

I. Bestimmung der Sehschärfe.

1. Die centrale Sehschärfe beträgt $\frac{1}{6}$ der normalen und läfst sich auch bei Anwendung genauster Correction mit Cylindergläsern nicht weiter heben. Patient vermeint zwar mit der Cylindercorrection etwas besser zu erkennen, doch läfst sich ein zahlenmäfsiges Wachsen der Sehschärfe nicht nachweisen. Bei der Feststellung der centralen Sehschärfe sowohl für die Nähe als für die Ferne lassen sich immer jene oben beschriebenen kleinen seitlichen ruckweisen Excursionen der Augäpfel beobachten. Bei intensiver Beleuchtung des Probeobjects, nehmen dieselben etwas an Häufigkeit zu.

2. Die excentrische Sehschärfe wurde nach manchen Vorversuchen am gleichmäfsig mit diffusem Tageslicht beleuchteten Förster'schen Perimeterbogen bestimmt, dann aber auch noch vergleichend bei verschieden herabgesetzten Beleuchtungsintensitäten untersucht.

Die Prüfung wurde zunächst mit Probeobjecten (2 schwarze Punkte auf weifsem Grunde mit verschiedener Gröfse des Punktdurchmessers und des Abstandes der beiden Punkte nach dem Maafsstabe der Burchardt'schen Punktproben) bewerkstelligt.

Das jeweilige Täfelchen wurde am Bogen des Perimeters von der Peripherie her dem Centrum allmählich genähert, während der Untersuchte die Mitte des Bogens fixirte und möglichst dabei überwacht wurde. Hierbei wurde das eben beschriebene Probeobject, durch einen kleinen matten schwarzen Schirm verdeckt, an die einzelnen Stellen des Perimeterbogens geführt und sodann durch plötzliches Hinwegziehen des Schirmes der betreffenden excentrischen Netzhautstellen für einen kurzen, aber gleichlangen (ca. $^1/_4$ Secunde) Zeitabschnitt sichtbar gemacht. Durch eine Reihe von Bestimmungen wurde dann constatirt, wo es dem Untersuchten gerade möglich war, den Abstand der beiden Punkte wahrzunehmen und so die Sehschärfe für die betreffende excentrische Netzhautstelle bestimmt. Die bei dem Achromaten auf diese Weise gefundenen Werthe, wurden dann mit den entsprechenden und unter denselben Beobachtungsbedingungen gewonnenen Werthen unseres normalen Auges verglichen. In meiner Heidelberger Mittheilung sind die Zahlenwerthe solcher Untersuchungsreihen niedergelegt.

Schon damals war uns bei diesem Untersuchungsergebnifs sehr auffallend, dafs die Sehschärfe für das Netzhautcentrum bis zu ungefähr 7° excentrisch vom Fixirpunkt ganz dieselbe bleibe, wir hatten das nicht erwartet. Später wieder aufgenommene Untersuchungen haben uns die Aufklärung für dieses merkwürdige Verhalten gebracht. Die ersten Proben waren offenbar bei einer für den Patienten noch zu hellen Beleuchtung angestellt, eben bei einer Intensität, wo er das Optimum seiner Sehschärfe noch nicht erreicht hatte. Wurde die Beleuchtung des Perimeterbogens durch entsprechende Verdunkelung weiter herabgesetzt, so sah der Untersuchte jetzt auch weiter central, je näher dem Fixirpunkte, stetig besser bis auf einen ganz kleinen centralen Bezirk. Wurde sodann wieder eine intensive Beleuchtung für die Mitte des Perimeterbogens angewendet, so stellte sich das frühere Verhalten wieder her. Die in meiner ersten Mittheilung gegebenen Werthe sind also thatsächlich zutreffend, können aber nur für eine relativ-intensive Beleuchtungsintensität des Perimeterbogens gelten, bei der das Optimum der centralen Sehschärfe für den Patienten nicht mehr vorhanden ist.

Nach einer Reihe von weiteren Versuchen in dieser Richtung sind wir schliefslich zu folgender Versuchsanordnung gekommen.

Als Probeobject diente ein einzelner schwarzer Punkt auf

weifsem Grund in einer Reihe von verschiedenen Gröfsen (von 10—0,0625 mm im Durchmesser).

Es wurde nun zunächst mit den gröfsten Objecten begonnen, dieselben bei dem Untersuchten von der Peripherie her allmählich dem Netzhautcentrum angenähert, bis der schwarze Punkt auf dem weifsen Grund als solcher wahrgenommen wurde. Expositionszeit (wie oben) ca. $^1/_4$ Secunde. Diese Werthe wurden dann notirt. Hierbei wurde besonders darauf geachtet, dafs für den Untersuchten keine zu helle Beleuchtung gewählt wurde, damit ihm das Optimum seiner Sehschärfe zur Verfügung stand. In analoger Weise wurde sodann für das normale Auge die Untersuchung durchgeführt. Es wurde somit sowohl für die centralen als für die excentrischen Netzhautpartien nicht die Sehschärfe im gewöhnlichen Sinne des Wortes (der Formsinn der Netzhaut) festgestellt, sondern die Punktsehschärfe im Sinne Guillery's [14] und Groenouw's [13].

Es wurde hierbei nach Guillery ein Gesichtswinkel von 50″ als einer Sehschärfe = 1 entsprechend zu Grunde gelegt. Die Anwendung dieses Verfahrens bewährte sich am besten und gab auch für den Achromaten die relativ constantesten Resultate, jedenfalls erheblich constanter als bei Verwendung zweier durch einen bestimmten Zwischenraum getrennter schwarzer Punkte auf weifsem Grunde, im Sinne der Burchardt'schen Punktproben.

Die so gewonnenen Resultate sind in umstehender Tabelle niedergelegt und durch die Curven Fig. 1 auf Tafel III graphisch dargestellt und zwar für den Normalen nur in einer Curve (————), für den Achromaten in zwei Curven; a) ··········· bei heller Tagesbeleuchtung; b) —·—·—·— bei herabgesetzter Beleuchtung.

Es zeigt sich somit, dafs die periphere Punktsehschärfe des achromatischen und des normalen Auges sich ziemlich analog verhalten und mit der Entfernung vom Fixirpunkt continuirlich abnehmen. Das Steigen der peripheren Sehschärfe zum Fixirpunkt hin ist beim normalen Auge ein ganz continuirliches bis in den Fixirpunkt und findet dieses Ansteigen von 1,5° ab ganz rapide statt, daher die Curve sich ganz steil im Centrum erhebt. Beim Achromaten hat die Curve bis ca. 3° excentrisch vom Fixirpunkt ungefähr denselben Verlauf (bei mäfsiger diffuser Tagesbeleuchtung), steigt aber von da ab bis zu 45′ nicht mehr wesentlich an, so dafs sie der Abscisse ein kleines Stück parallel verläuft, um dann bei 45′ ganz abzuschneiden, Beginn eines

Tabelle über die centrale und periphere Sehschärfe im horizontalen Netzhautmeridian.

Sehschärfe	A. beim Achromaten				B. beim normalen Auge (Uhthoff)	
	bei diffus. Tagesbeleuchtung		bei stark herabgesetzter Beleuchtung		bei diffus. Tageslicht	
	nach innen v. Fixirpunkt	nach aufsen	nach innen	nach aufsen	nach innen	nach aufsen
	in Graden					
= 0,0075	50	67	50	65	48	70
= 0,015	38	45	46	50	38	47
= 0,024	30	35	40	42	35	40
= 0,04	20	20	30	22	18	20
= 0,075	8,5	8,5	15	18	13,5	13
= 0,12	7,5	7,5	9,5	10,5	10	9,5
= 0,2	3,5 bis 45' (dasselbe)	3,0 bis 45' (dasselbe)	4,5	4,5	5	5
= 0,3	—	—	2	2	4	4
= 0,39	—	—	1,5	1,5	2,5	3
= 0,48	—	—	—	—	1,5	2
= 2,0	—	—	—	—	0	0

centralen Skotoms. Das letztere besteht in einer Ausdehnung von 45' um den Fixirpunkt herum und werden hier schwarze Punkte von einem Durchmesser weniger als 1 mm nicht wahrgenommen. Beträgt jedoch der Punktdurchmesser 1 mm und darüber, so gelingt es nicht mehr mit Sicherheit, den Defect nachzuweisen. Ich möchte daher geneigt sein, in diesem kleinen centralen Bezirk nicht ein absolutes Fehlen der Function der Netzhaut anzunehmen, aber jedenfalls eine sehr bedeutende Herabsetzung derselben, den nächstangrenzenden Netzhautpartien gegenüber. Die sichere Beurtheilung dieser Prüfungsresultate ist aufserordentlich schwierig und mühsam, zumal Patient ja sehr die Neigung hat, leichte seitwärts abweichende Bewegungen mit dem untersuchten Auge zu machen, wie früher geschildert; aber bei hinreichend häufiger Wiederholung und genauer Con-

trole der Prüfungen, halte ich dies Resultat für ein ganz sicher gestelltes. — Am leichtesten und besten gelingt der Nachweis des relativen centralen Skotoms, wenn man den Fixirpunkt auf schwarzem Grunde mit einem kleinen weifsen Kreis oder einem kleinen weifsen Quadrat in einigen Grad Abstand umschreibt. Hierbei kann der Achromat, indem er den Kreis resp. das kleine Quadrat gleichmäfsig fixirt, sein Auge ruhiger einstellen. Die Fovea richtet er hierbei gerade auf den Mittelpunkt des Kreises und mit den nächst angrenzenden excentrischen Retinalpartien fixirt er dabei gleichmäfsig die Kreislinie. Jetzt war es relativ leicht, bei dem Achromaten im Centrum des kleinen umschriebenen Kreises das Skotom mit aller Sicherheit nachzuweisen. Auch unser normales Auge hat die Neigung beim Fixiren einer kleinen weifsen Kreislinie die Fovea auf den Mittelpunkt des Kreises einzustellen und somit die Linie selbst mit den nächst angrenzenden excentrischen Retinalpartien zu fixiren. Dieses Verfahren ist überhaupt für den Nachweis sehr kleiner centraler Gesichtsfelddefecte zu empfehlen und erleichtert das Auffinden derselben.

Das kleine centrale Skotom bei unseren Achromaten nur von insgesammt 1,5° Durchmesser ist in seiner Gröfse nicht von verschiedenen Beleuchtungsgraden abhängig, es behält denselben Durchmesser auch wenn die Beleuchtung in erheblichem Grade von uns variirt wird, es mufs sich hier jedenfalls um eine Functionsstörung in der Gegend der Fovea centralis handeln, die durch ein bestimmtes anatomisches Verhalten unabhängig von der Beleuchtung bedingt ist.

Dagegen macht sich der schädigende Einflufs einer hellen Beleuchtung auf die Sehschärfe in den der Fovea centralis nächst benachbarten Netzhautpartien exquisit geltend. Wird der centrale Theil des Perimeterbogens nebst Probeobject mit einer elektrischen Lampe sehr grell beleuchtet, so sinkt die Sehschärfe in dem ganzen centralen Netzhautbezirk bis unter $^1/_{10}$ der normalen. Hierin liegt auch die Erklärung für meine im Heidelberger Protokoll angeführten Werthe, wo bei hellerer Beleuchtung des Perimeterbogens die Sehschärfe von ca. 7° excentrisch nach dem Fixirpunkt zu nicht mehr wesentlich stieg.

Die Curven des Achromaten bei diffuser Tagesbeleuchtung auf der einen Seite und bei stark herabgesetzter Beleuchtung auf der anderen Seite (durch Herablassen der Fenstervorhänge)

sind, wie ich glaube, sehr instructiv für die schädigende Wirkung der helleren Beleuchtung auf die Sehschärfe. Dieser schädigende Einflufs tritt am markantesten in den mehr centralen Gesichtsfeldtheilen zu Tage, weniger in den peripheren.

Auch für mein Auge wurden bei derselben herabgesetzten Beleuchtung wie beim Achromaten vergleichende Bestimmungen der centralen und peripheren Sehschärfe vorgenommen, die jedoch nichts vom gewöhnlichen Verhalten Abweichendes boten und deshalb nicht mit in die Tabelle aufgenommen wurde.

Ebenso sind Messungen auch im verticalen Netzhautmeridian sowohl beim Achromaten als beim normalen Auge angestellt, die ein analoges Resultat wie im horizontalen Meridian lieferten und deshalb auch nicht besonders aufgeführt worden sind.

II. Das Verhalten der centralen Sehschärfe bei verschiedener Beleuchtungsintensität des Probeobjectes.

In dieser Hinsicht wurden sowohl beim Achromaten als beim normalen Auge eingehende und vergleichende Untersuchungsreihen aufgestellt. Die Prüfungen geschahen in einem sehr langen Dunkelzimmer und wurde durch Entfernung und Annäherung der Lichtquelle an das Probeobject (Snellen'sche Hakentafel) die Beleuchtungsintensität variirt. Es sind hauptsächlich 2 Versuchsreihen, deren Zahlenwerthe gleich angegeben werden sollen und nach denen die beifolgenden Curven construirt worden sind. Ich führe die beiden Versuchsreihen gesondert an, weil sie zusammen einen guten Gesammtüberblick geben. Ihre absoluten Werthe stimmen deshalb nicht ganz überein, weil in der einen und der anderen der zu Grunde gelegte Werth der Meterkerze nicht ganz derselbe war. In der ersten Versuchsreihe A wurde eine hell brennende Stearinkerze als Einheit gerechnet, in der zweiten (B) aber die kleine Benzinlampe aus dem Weber'schen Photometer mit einer Flammenhöhe von 20 mm. Letztere war entschieden lichtschwächer als die in Versuchsreihe A zu Grunde gelegte hell brennende Kerze, woraus die höheren Sehschärfenwerthe in Versuchsreihe A resultiren. Dem Werth einer Normalmeterkerze aber dürfte die Benzinlampe in der Versuchsreihe B näher kommen.

Versuchsreihe A.

Beleuchtungs-intensität	Logarithmus der Beleuchtungs-intensität	Sehschärfe des Achromaten	Sehschärfe des normalen Auges
Meterkerzen			
190	2,27875	0,136	1,666
47,50	1,67669	0,183	1,500
11,875	1,07464	0,200	1,417
3,878	0,58861	0,200	1,338
1,90	0,27875	0,183	1,250
0,475	0,67669—1	0,136	1,083
0,211	0,32428—1	0,136	0,750
0,1188	0,07482—1	0,136	0,666
0,076	0,88081—2	0,050	0,4177
0,0528	0,72263—2	0,050	
0,0388	0,58883—2	0,050	0,333
0,0244	0,38739—2	0,0333	0,055
0,01375	0,13830—2	0,0250	0,0333
0,00344	0,53656—3	0,0166	0,0166

Versuchsreihe B.

Intensität der Beleuchtung	Logarithmus der Beleuchtungs-intensität	Sehschärfe des Achromaten	Sehschärfe des normalen Auges
Normal-Meterkerzen			
5,290	0,72346	0,135	0,831
1,3225	0,12139	0,1308	0,631
0,2116	0,32552—1	0,135	0,292
0,0529	0,72346—2	0,1046	0,154
0,013225	0,12139—2	0,092	0,092
0,0082	0,91381—3	0,077	0,077
0,00366	0,56348—3	0,0513	0,0513
0,0025	0,39794—3	0,0385	0,0385
0,00146	0,16435—3	0,0308	0,0308
0,0008265	0,91724—4	0,022	0,022
0,000529	0,72346—4	0,0154	0,0154
0,000367	0,56467—4	0,01	0,01
0,00027	0,43136—4	0,0077	0,0077

Die nach Tabelle A gezeichneten Curven (Fig. 3 auf Tafel III) geben einen guten vergleichenden Gesammtüberblick über die Abhängigkeit der Sehschärfe von der Beleuchtungsintensität beim normalen und achromatischen Auge und demonstriren namentlich das Sinken der Sehschärfe des Achromaten bei einer Beleuchtung von über 12 Meterkerzen ab, wo für das normale Auge die Sehschärfe noch stetig steigt. Also der Beweis für die Beobachtung beim Patienten und dessen Angaben, dafs eine intensivere Beleuchtung sein Sehen direct schädigt.

Besser jedoch werden die Sehschärfenverhältnisse bei niedrigerer Beleuchtungsintensität für den Achromaten und das normale Auge durch die nach Tabelle B entworfenen Curven (Fig. 4 A und B auf Tafel III) illustrirt. Man erkennt hier, wie bei den niedrigsten Graden der Beleuchtung die Sehschärfe des normalen Auges und des achromatischen in ganz analoger Weise sich verhält bis zu einer Beleuchtung von ca. 0,01 Meterkerze, ungefähr der Punkt, wo das normale Auge anfängt Pigmentfarben zu unterscheiden. Von da ab aber steigt mit zunehmender Beleuchtung die Sehschärfe des normalen Auges schnell an, während die des achromatischen nur noch ganz langsam wächst.

Ich werde später bei der Zusammenfassung unserer Versuchsresultate auf die Verhältnisse noch etwas näher eingehen.

III. Untersuchung des Farbenerkenntnifsvermögens.

Der totale Mangel des Farbensinnes trat bei allen darauf gerichteten Proben sofort zu Tage. Bei den Wahlproben legte er die verschiedensten farbigen Muster, je nach ihrer Helligkeit als gleich oder ähnlich zusammen u. s. w.

Am Farbenkreisel gelingt es, jede beliebige Farbe des Spectrums aus weifs und schwarz darzustellen. Bei den gewählten Pigmentfarben ergab sich Folgendes:

360 Roth	=	355 Schwarz	+	5	Weifs
360 Orange	=	330	„	+	30	„
360 Gelb	=	140	„	+	220	„
360 Grün	=	200	„	+	160	„
360 Blau	=	285	„	+	75	„
360 Violett	=	360	„		—	

Dieselbe Probe unter Anwendung eines rauchgrauen Glases für den Untersuchten (rauchgrau II) wiederholt, ergiebt ein ganz gleiches Resultat, nur für Violett ändert sich das Verhältnifs

insofern, als demselben eine Spur Weifs (359 Violett + 1° Weifs) zugesetzt werden mufs, um es mit dem verwendeten Schwarz gleich erscheinen zu lassen.

Eine Uebersichtsscala über die Art des Farbenerkennungsvermögens des Achromaten wurde in der Weise hergestellt, dafs derselbe zu jeder Pigmentfarbe aus einer grofsen Auswahl grauer Papiere (nach HERING's Angaben hergestellt und vom Instituts-Mechaniker ROTHE in Leipzig bezogen) das ihm gleich erscheinende Grau aussuchen mufste. Diese farbigen Pigmente wurden dann in der spectralen Reihenfolge hinter einander (nach v. HIPPEL's [17] Vorgehen) auf eine schwarze Tafel aufgeklebt und darunter das entsprechende ausgewählte Grau angebracht. Sodann wurden die einzelnen Pigmentfarben noch photographirt (Eosin-Silber-Platten) und die nach einem ganz gleichmäfsigen Verfahren gewonnenen Photographien der Pigmentpapiere zum Vergleich in einer dritten Reihe unter die beiden anderen gesetzt. Es giebt diese Darstellung eine gute Uebersicht und sie zeigt, wie das Grün dem Patienten am hellsten grau erscheint, während in der Reihe der photographirten Pigmentfarben das Blau bei Weitem die gröfste Helligkeit repräsentirt. Es ist leider nicht möglich gewesen, wegen der Kostspieligkeit der Reproduction, diese Tafel der Arbeit beizugeben. Aber mit Evidenz geht daraus hervor, wie es nicht angängig ist von dem Achromaten zu sagen, er sähe die Welt wie eine Photographie, die Helligkeitsvertheilung ist eben eine ganz andere. Die gröfste Helligkeit liegt für das Auge des Achromaten im Grün, bei der Photographie viel weiter nach dem kurzwelligen Ende des Spectrums im Blau.

Am Spectralapparat (Farbenmischapparat), den Prof. EBBINGHAUS freundlichst zur Verfügung stellte, liefs sich eine deutliche Verkürzung am rothen Ende des Spectrums dem normalen Auge gegenüber nachweisen, am violetten Ende fehlte dieselbe bei gleicher Spaltbreite fast völlig. Wird die Spaltbreite weiter verengt, so nähern sich die Werthe für unser normales Auge denen des Achromaten.

Die hellste Stelle im Spectrum lag bei unserem Achromaten bei ca. 530 $\mu\mu$ (grün), während für unser normales Auge bekanntlich das Maximum der Helligkeit im Gelb gelegen ist. Wenn die objective Helligkeit des Spectrums durch Verengerung des Spaltes stetig weiter herabgesetzt wurde, so rückte auch für unser normales Auge das Helligkeitsmaximum deutlich zum Grün hin.

Auf Vorschlag von Prof. Ebbinghaus wurde noch folgender Versuch ausgeführt. In den beiden neben einander liegenden Feldern des Farbenmischapparates, wurde in dem einen ein Weifs aus Roth und Blaugrün und in dem anderen ein solches aus Blau und Gelb gemischt und für das normale Auge auf gleiche Helligkeit eingestellt. Der Achromat nun sieht die beiden für uns gleich hellen Felder ganz verschieden hell und zwar erscheint diejenige Hälfte, welche aus Roth und Blaugrün gemischt ist, heller als die aus Blau und Gelb gemischte. Es bedurfte einer erheblichen Verminderung der Helligkeit des Feldes, welches aus Roth und Grün gemischt war für den Achromaten, um die beiden Felder ihm gleich hell erscheinen zu lassen. Es war hierzu, wie Prof. Ebbinghaus feststellte, ungefähr eine Herabminderung der Helligkeit auf $^1/_8$ der früheren nöthig.

IV. Vergleichende Versuche über die Schätzung der Helligkeit der verschiedenen Pigmentfarben bei Tageslicht von Seiten des achromatischen und des normalen Auges.

Dies geschah in der Weise, dafs eine grofse Anzahl farbiger Pigmentpapiere auf einer Platte bei Tagesbeleuchtung neben einander gelegt wurden, sodann wurden sowohl von uns (normalen Augen Ebbinghaus, Seydel, Uhthoff) als auch von dem Achromaten aus einer grofsen Anzahl Ebbinghaus'scher, verschieden grauer Marken, diejenigen herausgesucht, welche ihrer Helligkeit nach mit den farbigen Marken für gleich gehalten wurden. Der Achromat traf hierbei eine ganz andere Auswahl, als wir mit unseren normalen Augen, während unsere Angaben unter einander wieder gut harmonirten. Die so gewählten grauen Marken wurden nun auf die betreffenden Pigmentpapiere gelegt und jetzt begaben wir uns allesammt ins Dunkelzimmer, um bei so stark herabgesetzter Beleuchtung, dafs auch das normale Auge die Farben als solche nicht mehr erkennen konnte, die Auswahl zu controliren. Es zeigte sich hierbei, dafs wir jetzt unsere Auswahl ganz im Sinne des Achromaten ändern mufsten. Letzterer war schon bei Tagesbeleuchtung lediglich durch die weifse Valenz der Farben (im Hering'schen Sinne) geleitet worden, während für unser normales Auge die farbige Valenz mit in Betracht ge-

kommen war; sobald durch hinreichende Herabsetzung der Beleuchtung das Farbig-Sehen auch für uns aufhörte, bestanden für uns ganz analoge Verhältnisse wie für den Achromaten.

Um diese Verhältnisse noch genauer zu studiren, wurde der Farbenkreisel im Dunkelzimmer vor dem AUBERT'schen Diaphragma aufgestellt und gerade so viel Licht zugelassen, dafs unserem normalen Auge noch alle Farben der verwendeten Scheiben gerade farblos erschienen. Es wurde jetzt durch Mischung von Weifs und Schwarz (die kleineren inneren Scheiben), ein Grau hergestellt, welches der gröfseren farbigen (bei dieser Beleuchtung aber farblos gesehenen) Scheibe glich. Es wurde somit auch für uns die weifse Valenz der farbigen Scheiben nach HERING bestimmt, nachdem die farbige Valenz durch geeignete Herabsetzung der Beleuchtung eliminirt worden war. Das Resultat war folgendes:

(Siehe die Tabelle auf der folgenden Seite.)

Es ergiebt sich hieraus im Sinne der HERING'schen Aufstellungen, wie nach Beseitigung der farbigen Valenz durch genügende Herabsetzung der Beleuchtung in Bezug auf die weifse Valenz das normale und das achromatische Auge sich fast ganz gleich verhalten und fernerhin, dafs der Achromat bei voller Beleuchtung annähernd dieselben Gleichungen aus Schwarz und Weifs für die betreffende Farbe herstellt, wie bei stark herabgesetzter Beleuchtung, so dafs also die farbige Valenz an und für sich hierbei gar keine Rolle spielt.

Nach LANDOLT's [30, 31] Vorgehen in einem seiner Fälle wurde noch folgender Versuch bei unserem Achromaten angestellt. Bei einer Abdunkelung, die soweit ging, dafs vom normalen Auge ein rothes quadratisches Papierstück von ungefähr 175 qcm auf schwarzem Grunde eben noch als minimale Helligkeit gesehen werden konnte, war der Achromat im Stande noch ein erheblich kleineres rothes Object vom schwarzen Untergrund als geringe Helligkeit zu differenziren. Das Auge des Farbenblinden schien in dieser Hinsicht unserem normalen noch etwas überlegen zu sein. Derselbe Versuch mit einem blauen Object auf schwarzem Grund fiel für das normale und das achromatische Auge ungefähr gleich aus.

	Achromat	Normal	
		Uhthoff	Seydel
360° Roth	= 9 Weiſs + 351 Schwarz	— —	— —
360° Orange	= 30 „ + 330 „	= 33 Weiſs + 327 Schwarz	= 30 Weiſs + 330 Schwarz
360° Gelb	= 200 „ + 160 „	= 210 „ + 150 „	= 205 „ + 155 „
360° Grün (hell)	= 161 „ + 199 „	= 160 „ + 200 „	= 160 „ + 200 „
360° Blau	= 68 „ + 292 „	= 70 „ + 290 „	= 69 „ + 291 „
360° Violett	= 4 „ + 356 „	= 0 „ + 360 „	— —
180° Gelb, 180° Blau } Mischung	= 150 „ + 210 „	= 150 „ + 210 „	= 150 „ + 210 „

V. Untersuchung des Lichtsinnes.

In Bezug auf die Höhe der Reizschwelle verhält sich der Achromat annähernd unserem normalen Auge analog. Am Foerster'schen Photometer geprüft vermag derselbe bei einer Diagonalen des Diaphragmas von 1,25 mm die breiten schwarzen Striche auf weifsem Grunde zu unterscheiden. Es läfst sich auch hierbei deutlich nachweisen, dafs die Reizschwelle bei excentrischer Fixation etwas kleiner ist als bei centraler, so dafs für den Untersuchten, wenn beim centralen Fixiren die Sichtbarkeit der Striche gerade aufgehört hat, dieselben bei excentrischer Fixation noch wieder erscheinen. Es lag in dieser Hinsicht die Sache im Wesentlichen ebenso, wie bei unserem normalen Auge.

Jedoch in Bezug auf die Schnelligkeit der Dunkeladaptation ergaben sich erhebliche Differenzen und zwar zu Gunsten des Achromaten. Eine vergleichende Versuchsreihe am Foerster'schen Photometer ergab Folgendes:

	Achromat	Uhthoff (normal)	Seydel (normal)
	Millimeter		
Nach 1/2 Minute Diaphragmadiagonale	2,5	6,5	7
„ 1 „ „	1,5	4,0	3,5
„ 2 „ „	1,25	3,0	2,2
„ 3 „ „	1,25	2,5	1,75
„ 5 „ „	1,25	1,5	1,5
„ 7 „ „	1,25	1,5	1,25

Der Achromat adaptirte für die Dunkelheit also erheblich schneller als wir, schon nach 2 Minuten war annähernd das Maximum erreicht, bei uns erst nach ca. 7 Minuten. Hiermit in Uebereinstimmung standen auch die thatsächlichen Beobachtungen sowohl als auch seine subjectiven Angaben. Er orientirte sich im Dunkelzimmer bei sehr niedriger Beleuchtung entschieden schneller und besser als wir. Auch gab er an, dafs er im gewöhnlichen Leben in starker Dämmerung besser sehen könne als seine Umgebung, wenn z. B. ein Geldstück bei stark herabgesetzter Beleuchtung herunterfalle, so finde er es immer am besten.

Bei voller Tagesbeleuchtung klagt er über ein ausgesprochenes Gefühl von Blendung und auf genaueres Befragen giebt er selbst mit Bestimmtheit an, dafs es einerseits die Herabsetzung der Sehschärfe bei voller Beleuchtung sei, die er so unangenehm empfinde, es sei als ob sich ein „Schleier" über die gesehenen Objecte lagere, und dadurch die Deutlichkeit des Sehens wesentlich beeinträchtigt werde. Auf der anderen Seite aber empfinde er auch ein sehr unangenehmes Gefühl von Blendung bei heller Beleuchtung und zwar gelegentlich in dem Maafse, dafs seine Augen direct zu thränen anfingen.

Bei den Untersuchungen auf die Unterschiedsschwelle mit der Masson'schen Scheibe ergaben sich je nach der objectiven Beleuchtung verschiedene Resultate. Bei voller Tagesbeleuchtung konnte der Achromat keinen Ring differenziren, während wir mit unserem normalen Auge noch 6—7 Ringe vom Centrum nach der Peripherie deutlich erkennen konnten. Wurde jedoch sodann die Beleuchtung soweit herabgesetzt (durch Herablassen der Vorhänge), dafs wir nur noch ca. 5 Ringe differenziren konnten, so erkannte der Achromat jetzt alle 8 mit Sicherheit, er war dem normalen Auge jetzt überlegen trotz seiner an und für sich viel geringeren Sehschärfe.

Die entoptische Wahrnehmung der Purkinje-schen Aderfigur scheint dem Achromaten in ganz analoger Weise möglich zu sein, wie unserem normalen Auge, auch differenzirt er bei dieser Beobachtung uns analog die Gegend der Macula lutea, wie er bestimmt angiebt.

Ein lebhaftes Nachbild läfst sich analog wie beim normalen Auge auch beim Achromaten nachweisen. Im Dunkelzimmer wird eine kleine elektrische Glühlampe schnell vor dem untersuchten Auge vorübergeführt und dann die Leitung sofort unterbrochen. So wie wir, sieht auch der Achromat einen sehr hellen Lichtstreifen, der allmählich abblafst und je dunkler er wird, eine helle Begrenzung zeigt.

Zuletzt sei hier noch eine eigenthümliche Gehörsstörung bei unserem Achromaten kurz erörtert. Er selbst giebt an, dafs er von je her ganz unmusikalisch gewesen sei und deshalb auch schon in der Schule nicht habe mitsingen können, auch habe er nie gelernt nach der Musik zu tanzen. Wenn man ihm ganz bekannte Melodien vorsingt oder -pfeift, so erkennt er

sie nur gelegentlich richtig. Er ist nicht im Stande auch nur die bekanntesten Melodien nachzusingen oder zu pfeifen.

Eine genauere Untersuchung des Gehörorgans wurde von Herrn Collegen KÜMMEL ausgeführt. Die Hörschärfe war relativ gut, doch etwas geringer als normal: $\left\{\begin{matrix} R \\ L \end{matrix}\right\}$ Flüstersprache in $4^1/_2$ m. *L* Trommelfell etwas eingezogen, trübe, grau; *R* nur leicht grau und etwas trübe.

Sehr seltsam aber durchweg constant ist nun eine Erscheinung, welche sich beim Patienten geltend macht. Wenn derselbe Ton leise oder stärker angegeben wird, so hält er ihn im letzteren Falle für höher. Es zeigt sich dieses sowohl bei der Prüfung mit der Pfeife als mit der Stimmgabel. Auch bei einer Differenz von einer ganzen Octave giebt er fast constant den stärker angegebenen Ton als den höheren an.

Vergleichende Versuche bei anderen, ungefähr gleichalterigen und ebenfalls musikalisch nicht gebildeten Menschen, ergeben ein anderes Resultat. Es kamen auch hier wohl gelegentliche Irrthümer vor, aber nicht annähernd in der Weise, wie bei unserem Patienten. Auf Grund dieser Untersuchungen sprach sich der untersuchende Fach-Otiater, Herr College KÜMMEL, dahin aus, dafs hier eine ganz eigenthümliche, abnorme Form der Gehörsstörung vorliege. Ob auch diese angeboren sei, lasse sich natürlich schwer sagen, jedoch sei das wahrscheinlich.

Im Uebrigen liegt es ja sehr nahe, diese Hörstörung mit der angeborenen Farbenblindheit in eine gewisse Parallele zu setzen. Auch hier wird die verschiedene Intensität desselben Tones als etwas Besonderes empfunden, analog wie die verschiedene Intensität desselben Lichtes geeignet ist beim Achromaten eine Empfindung hervorzurufen, die verschiedenen Farben des normalen Auges entspricht.

Ob es berechtigt ist, die beiden Störungen im Sehen und im Hören, wirklich in der Art in Parallele zu setzen, möchte ich zunächst dahingestellt sein lassen. Immerhin wäre bei der Untersuchung der total Farbenblinden doch auf diesen Punkt die Aufmerksamkeit zu richten für die Zukunft.

Epikrise.

Die centrale Sehschärfe betrug in unserem Falle auf beiden Augen $^1/_5$—$^1/_6$ der normalen. Es entspricht ein solches

Verhalten durchaus dem gewöhnlichen Befunde in den bisherigen Fällen von angeborener totaler Farbenblindheit. $S = 1/4$ ist gelegentlich noch angegeben, ein Mal auch noch $S = 1/3$ der normalen (Kreyssig), jedoch ist dieses meiner Ueberzeugung nach schon eine grofse Ausnahme. Es ist hierbei sehr zu berücksichtigen, dafs in manchen Fällen ausdrücklich ein absolut normaler Bau des Auges hervorgehoben wird (Querenghi [39], Landolt l. c. u. A.), während in anderen Refractionsanomalien vorlagen (Astigmatismus, Hyperopie und Myopie). Schon oben hob ich hervor, dafs der Becker'sche Fall von einseitiger congenitaler totaler Farbenblindheit mit voller Sehschärfe nicht hierher zu rechnen ist, zumal Braun der Patientin noch als farbig erscheint. Auch Hering bezeichnet diesen Fall nur als fast total farbenblind. Ganz neuerdings erwähnt Raehlmann eine vollständig farbenblinde 60jährige Dame, die früher angeblich volle Sehschärfe hatte und zur Zeit noch $S = 2/3$ besitzt.

Dieses fast constante Vorkommen einer nur relativ geringen centralen Sehschärfe bei der angeborenen totalen Farbenblindheit ist nun ein Factor, welcher der Erklärung dieser Anomalie aus dem Fehlen oder der Functionsunfähigkeit der Zapfen in der Retina und speciell in der Macula lutea (König [22 u. f.], von Kries [26 u. f.]) eine gewichtige Stütze zu bieten scheint. Die Monochromaten werden nach dieser Theorie als „Stäbchenseher" aufgefafst. v. Kries und Buttmann [4] ermittelten die „Stäbchensehschärfe" ihrer Augen bei Benutzung heller Objecte auf dunklem Grunde auf $1/4$—$1/5$ resp. $1/6$—$1/7$ und für dunkle Objecte auf hellem Grunde = $1/5$—$1/8$ resp. $1/7$—$1/9{,}5$. Es sind das Werthe, wie sie durchweg auch der centralen Sehschärfe der angeborenen Totalfarbenblinden zukommen. König fand bei seinem zweiten Patienten ein kleines centrales absolutes Skotom, welches er gleichfalls geneigt ist, mit dem Mangel resp. einer Functionsunfähigkeit der Zapfen in der Fovea centralis im Zusammenhang zu bringen. Mit diesem Befunde nun eines kleinen centralen Skotoms stand der König'sche Fall bisher allein da, unser Fall würde sich dem jetzt anschliefsen, es gelang thatsächlich nach vielen vergeblichen Versuchen mit Sicherheit ein solches von ca. 1,5° Durchmesser, also annähernd den Durchmesser der Fovea centralis entsprechend nachzuweisen.

Ich möchte für unseren Fall noch besonders hervorheben, dafs diese Untersuchung auf einem kleinen centralen Gesichts-

felddefect eine aufserordentlich schwierige war, da es sehr schwer war für den Patienten bei der Prüfung daraufhin, das Auge auch nur kurze Zeit hindurch in absoluter Ruhe zu halten; in der Regel erfolgten jene oben beschriebenen kleinen ruckweisen Bewegungen in seitlicher Richtung, durch welche die nächstbenachbarten Retinalpartien in steter Abwechselung eingestellt wurden. Erst jene oben erwähnte Umschreibung des Fixirpunktes erleichterte das Auffinden des Skotoms sehr.

von Kries[26] verwahrt sich in seiner letzten Publication („Kritische Bemerkungen zur Farbentheorie". *Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg.* Bd. XIX, Heft 2 u. 3 S. 177) Hess und Hering[20] gegenüber, als ob das Fehlen eines centralen Skotoms direct gegen die Erklärung des Monochromaten als „Stäbchenseher" spreche und meint, es könne eine abnorme Bildung des Sehorgans in der Weise vorliegen, dafs auch die normaler Weise nur mit Zapfen ausgerüsteten Theile der menschlichen Netzhautstäbchen führen, während Hess und Hering in dem Fehlen des Skotoms einen Beweis gegen die Deutung der Achromasie als lediglich ein „Stäbchensehen" erblickten.

Die peripheren Gesichtsfeldgrenzen waren normal bei Prüfung mit einem weifsen Object 1 qcm auf schwarzem Grund.

Die genauere Untersuchung nun über das Verhalten der centralen und peripheren Sehschärfe, wie sie wenigstens im horizontalen Netzhautmeridian eingehender durchgeführt wurde, ergeben, abgesehen von dem centralen Skotom, besonders die Abhängigkeit des Untersuchungsresultates von der Beleuchtungsintensität. Bei herabgesetzter Beleuchtung (Optimum für den Achromaten) steigt auch für ihn die periphere Sehschärfe continuirlich bis in nächster Nähe des Fixirpunktes, ähnlich wie beim normalen Auge, bei heller Beleuchtung hört schon etwas weiter excentrisch vom Centrum das Ansteigen der Sehschärfe auf. Es scheint in erster Linie die Function gerade der centralen Retinalpartien durch zu helle Beleuchtung geschädigt zu werden.

Der eigenartige Nystagmus, wie früher beschrieben, ruft ganz den Eindruck hervor, als ob eine ganz circumscripte Stelle deutlichsten Sehens, analog der Fovea centralis des normalen Auges, in der Macula lutea functionell nicht existirt, und der Untersuchte somit beim scharfen Fixiren, bald die eine, bald die andere Stelle seiner gleichmäfsig functionirenden Macula

lutea einstellt. Bei intensiver Beleuchtung des Objectes und aufmerksamem Fixiren nimmt dieser eigenartige Nystagmus zu, während er bei mäfsig heller Beleuchtung und ruhigem Blick gerade aus ohne bestimmtes Fixiren eines Objectes so gut wie ganz verschwinden kann. Er hat jedenfalls je nach den äufseren Umständen in dieser Hinsicht etwas sehr Wechselndes. In einigen Mittheilungen in der Literatur wird ebenfalls auf die Eigenartigkeit dieses Nystagmus hingewiesen, doch scheint dieselbe nicht immer hinreichend beachtet zu sein. Auf die ungefähre Gröfse der nystagmusartigen Excursionen habe ich oben hingewiesen.

In ophthalmoskopischer Beziehung sei noch einmal ausdrücklich hervorgehoben, dafs in unserem Falle sich die Fovea centralis als kleiner braunrother Fleck deutlich erkennen liefs, von einem Kreisreflex an der Grenze der Macula lutea war nichts wahrzunehmen. Der Augenhintergrund verhielt sich sonst normal.

Direct pathologische Augenspiegelveränderungen des Augenhintergrundes finden sich gelegentlich in der Literatur angegeben, so von Landolt l. c. (Blässe der Pupillen, abnorme Enge der Retinalgefäfse, leichte Chorioidalatrophie u. A.). Durchweg sind wir jedenfalls berechtigt, anzunehmen, dafs sichtbare pathologisch-ophthalmoskopische Veränderungen bei der angeborenen totalen Farbenblindheit fehlen, ja oft ist auch in diesen Fällen ein ganz normaler Bau des Auges ausdrücklich betont.

Dem Verhalten der centralen Sehschärfe bei verschiedener Beleuchtungsintensität wurde eingehende Beachtung geschenkt und namentlich auch eine vergleichende Untersuchung unseres normalen Auges durchgeführt. Es ergiebt sich hierbei, dafs die Sehschärfe des achromatischen Auges schon bei einer Beleuchtung des Objectes von über 12 Meterkerzen continuirlich zu sinken beginnt, in Uebereinstimmung mit den subjectiven Angaben des Untersuchten, dafs eine hellere Beleuchtung sein Sehen direct verschlechtert. Beim normalen Auge findet bei einer Beleuchtungsstärke von 12 Meterkerzen und mehr noch ein starkes Steigen der Sehschärfe statt, erst bei ca. 30 Meterkerzen hört hier das relativ schnellere Anwachsen der Sehschärfe auf, um dann nur noch einer ganz langsamen Zunahme bei weiter gesteigerter Beleuchtungsintensität Platz zu machen, wie ich das auch bei meinen früheren ausgedehnten

Versuchsreihen [13] nachweisen konnte. Bei den niedrigsten Beleuchtungsintensitäten bis zu ca. 0,013 Normal-Meterkerzen verhält sich die Sehschärfe des achromatischen Auges ganz analog mit der des normalen. Die Uebereinstimmung ist eine so weitgehende, dafs dem Zufall bei dieser Versuchsreihe wohl eine gewisse Rolle zuerkannt werden mufs. Jedenfalls aber erhellt aus diesem Untersuchungsresultat, dafs bei diesen niedrigen Beleuchtungsintensitäten in Bezug auf das Anwachsen der centralen Sehschärfe zwischen dem normalen und dem achromatischen Auge keine wesentlichen Differenzen bestehen, wie das auch die Curven (Fig. 4 auf Tafel III) illustriren. Das Auseinandergehen der Curven findet ungefähr bei der Beleuchtung statt, wo das normale Auge aufhört, Pigmentfarben noch als farbig wahrzunehmen, wie uns in dieser Hinsicht vorgenommene vergleichende Bestimmungen an unserem eigenen normalen Auge zeigten.

Mit Rücksicht auf die einschlägigen Versuche König's [22] und seiner graphischen Darstellung der Untersuchungsresultate in betreff des normalen und des total farbenblinden Auges, sind in den Curven (Fig. 2 auf Taf. III) die Aufzeichnungen auch so vorgenommen worden, dafs auf der Abscisse nicht direct die Beleuchtungsintensitäten, sondern die Logarithmen derselben eingetragen wurden. Es nähern sich bei diesem Darstellungsmodus die Sehschärfencurven mehr geraden Linien, wenn auch nicht so exquisit, wie bei den König'schen Aufzeichnungen. König findet bekanntlich nach seinen Ergebnissen, dafs die Sehschärfe eine lineare Function des Logarithmus der Beleuchtungsintensität des gesehenen Objectes ist und folgert ferner daraus, dafs die Sehschärfe seines normalen Auges der des Total-Farbenblinden erst überlegen wurde, sobald bei entsprechend höherer Beleuchtungsintensität seine (König) Zapfen in Function traten, während bei den niedrigsten Graden der Beleuchtung, so lange die Stäbchen functionirten, die Sehschärfe des normalen und des total farbenblinden Auges sich deckten. Jedenfalls aber müfste diese Annahme als richtig vorausgesetzt, auch für die Stäbchen des Total-Farbenblinden noch eine continuirliche Zunahme der Function (Sehschärfe) angenommen werden bei einer Beleuchtungsintensität, wo bei dem normalen Auge die Zapfen längst in Action getreten sind.

Auch bei der Pflüger'schen [38] Patientin sind genauere Untersuchungsreihen über Sehschärfe und Beleuchtungsintensität durch-

geführt worden und haben ein dem unserigen ziemlich analoges Resultat ergeben.

Der Lichtsinn des Achromaten bietet in Bezug auf die Reizschwelle keine wesentliche Abweichung von der Norm. Dies liefs sich mit dem Förster'schen Photometer feststellen und ebenso, dafs die Macula lutea des Total-Farbenblinden eine etwas höhere Reizschwelle hatte, als die excentrisch gelegenen Theile der Netzhaut, ganz in Uebereinstimmung mit dem normalen Auge. Diese Thatsache ergab sich schon ganz ausgesprochen am Förster'schen Photometer, wenn der Untersuchte bald central und bald excentrisch fixirte. Bei einer Beleuchtung, wo die schwarzen Striche auf weifsem Grund central fixirt nicht mehr wahrgenommen wurden, tauchten dieselben bei excentrischer Fixation noch wieder auf. Auch dies wird von allen Autoren, die genauer daraufhin untersuchten, übereinstimmend hervorgehoben und namentlich von Hess und Hering l. c. mit Recht gegen die Annahme verwerthet, als ob die Netzhautmitte nur Stäbchen enthalte, weil dann eine solche Unterempfindlichkeit der Netzhautmitte sich nicht finden dürfte.

Die Unterschiedsempfindlichkeit wurde mit der Masson'schen Scheibe festgestellt. Es ergab sich hier eine wesentliche Differenz für den Achromaten, je nachdem die Scheibe sehr hell oder weniger intensiv beleuchtet war. Schon volle Tagesbeleuchtung schädigte die Unterschiedsempfindlichkeit des Achromaten aufserordentlich, bei Herabsetzung der objectiven Beleuchtung stieg dieselbe sehr, ja bei einer gewissen Abdämpfung des Lichtes war derselbe dem normalen Auge etwas überlegen.

Das Gefühl der Blendung bei heller Beleuchtung war bei dem Untersuchten ein sehr ausgesprochenes und documentirte sich objectiv auch sofort durch Verengerung der Lidspalte. Andererseits empfand er es auch direct als sehr unangenehm, dafs sein Sehen sich bei grellerer Beleuchtung ausgesprochen verschlechterte, es „lagere sich wie ein Schleier über die gesehenen Dinge“. Auch in dieser Hinsicht scheinen mir die Hess-Hering'schen Ausführungen (l. c. S. 111) zu Recht zu bestehen.

Die Dunkeladaptation des achromatischen Auges ging deutlich schneller vor sich als die des normalen.

In Bezug auf die Untersuchung des Farbensinnes decken sich unsere Resultate weitgehend mit denen anderer

Untersucher. Alle Farben lassen sich am Farbenkreisel aus Weiſs und Schwarz herstellen für den Achromaten. Unschwer konnte derselbe aus einer groſsen Anzahl HERING'scher verschieden heller grauer Papiere zu jeder Pigmentfarbe ein entsprechendes Grau finden, welches ihm gleich der Farbe erschien. Bei einer photographischen Aufnahme der verschiedenen benutzten Pigmentpapiere unter ganz gleichen Bedingungen ergab sich, wie zu erwarten, eine andere Helligkeitsvertheilung im Spectrum, indem die blauen Lichtstrahlen sich am wirksamsten erwiesen und somit das Maximum der Helligkeit im photographirten Spectrum in dieser Gegend lag. Nicht also wie eine Photographie sieht der Achromat die Auſsenwelt, sondern die Helligkeitsvertheilung ist eine wesentlich andere. Grüner Rasen, das Laub der Bäume u. s. w. erscheinen dem Achromaten wesentlich heller und mehr zum kurzwelligen Ende hin gelegene Farbentöne in der Natur wesentlich dunkler als in der Photographie.

Am Spectralapparat erscheint für den Achromaten das rothe Ende deutlich verkürzt, das violette dagegen nicht.

Die hellste Stelle im Spectrum liegt im Grün bei ca. 530 μ. Ein ähnliches Resultat haben fast alle früheren Untersucher erhalten, nur ganz vereinzelt wird von einigen auch für den Achromaten die hellste Stelle im Gelb angegeben (MAGNUS [35], KREYSSIG [24]).

Ganz in Uebereinstimmung mit der HERING'schen Lehre von der weiſsen und der farbigen Valenz der Farben waren die vergleichenden Untersuchungsresultate zwischen dem achromatischen und dem normalen Auge. Es ergab sich dies sowohl bei den Untersuchungen mit dem Farbenkreisel im Dunkelzimmer bei einer so herabgesetzten Beleuchtung, daſs vom normalen Auge die Pigmente gerade nicht mehr erkannt wurden (hierbei stimmten die Werthe zwischen achromatischem und normalem Auge fast genau überein), als auch bei vergleichenden Helligkeitsbestimmungen zwischen grauen Papieren und den farbigen Pigmentpapieren bei Tageslicht. Der Achromat traf bei Tageslicht schon dieselbe Auswahl, wie später im Dunkelzimmer, während das normale Auge im Dunkelzimmer seine Auswahl wesentlich abändern und der Auswahl des Achromaten anpassen muſste. Bei Tageslicht beeinfluſste eben die farbige Valenz der Pigmente für das normale Auge sehr wesentlich die Helligkeitsschätzung, ein

Einflufs der natürlich für den Total-Farbenblinden nicht in Betracht kam.

Das sind in kurzen Zügen die gewonnenen Untersuchungsergebnisse in unserem Falle von totaler angeborener Farbenblindheit. Vielfach bestätigen sie die Ergebnisse früherer Untersucher, zum Theil aber dürften sie auch geeignet sein, Lücken bei den bisherigen Untersuchungsergebnissen auszufüllen und somit zur Klarstellung verschiedener noch lebhaft discutirter Fragen mit beizutragen.

Es erübrigt mir noch, dankbar der sehr anerkennenswerthen Bemühungen meines Assistenten des Herrn Dr. Seydel zu gedenken, der mir bei diesen zeitraubenden Untersuchungen ein eifriger und stets bereiter Mitarbeiter war. Desgleichen habe ich Herrn Dr. Depène zu danken für seine Mitwirkung bei verschiedenen Untersuchungsreihen.

Verzeichnifs der benutzten Literatur.

[1] Aubert. Physiologie der Netzhaut. Breslau 1865.

[2] O. Becker. Ein Fall von angeborener einseitiger Farbenblindheit. Graefe's *Arch. f. Ophth.* 25 (2), 205. 1879.

[3] S. Bloom u. S. Garten. Vergleichende Untersuchung der Sehschärfe des hell- und dunkeladaptirten Auges. Pflüg. *Arch. f. d. ges. Physiol.* 7 (8), 372. 1898.

[4] Buttman. Untersuchungen über Sehschärfe. Inaug.-Dissert. Freiburg 1896.

[5] Chelius. Handbuch der Augenheilkunde. I. Bd. 1843.

[6] Dor. Un cas de chromatolyphlose ou achromatopsie complète. *Revue générale d'ophth.* 433 (M. J. B. 1885, 404). 1885.

[7] F. C. Donders. Noch einmal die Farbensysteme. v. Graefe's *Arch. f. O.* **30**, 79. 1884.

[8] H. Ebbinghaus. Theorie des Farbensehens. *Zeitschr. für Psychologie u. Physiol. d. Sinnesorg.* 5, 145. 1893.

[9] Favre. *Gaz. hebdom. de médic.* 1879, 92 u. 104; 1888, 598.

[10] A. C. Fick. Ueber Stäbchen und Zapfensehschärfe nach Versuchen von cand. med. F. Koester. v. Graefe's *Arch. f. O.* 45, 336. 1898.

[11] Gaubert. De l'achromatopsie. Paris 1867. 49 S.

[12] Galezowski. Du diagnostic des maladies des yeux par la chromatoscopie-rétinienne. Paris 1868.

[13] Groenouw. Ueber die Sehschärfe der Netzhautperipherie und eine neue Untersuchungsmethode derselben. *Arch. f. Augenheilk.* **26**, 85. 1893.

[14] GUILLERY. Ein Vorschlag zur Vereinfachung der Sehproben. *Arch. f. Augenheilk.* **23**, 323. 1891.

[15] D'HOMBRES-FIRMAS. *Annal d'Oculist* 1849, 70; 1850, 127.

[16] HILLEBRAND. Ueber die specifische Helligkeit der Farben. *Sitz.-Ber. d. Wien. Akad.* **98**, III. Abth. Febr. 1889.

[17] A. v. HIPPEL. Ueber totale angeborene Farbenblindheit. *Festschr. z. 200jähr. Jubelfeier d. Univ. Halle.* 1894.

[18] A. v. HIPPEL. Ueber einen neuen Fall von totaler Farbenblindheit. *Ber. d. Heidelb. Ophth. Gesellschaft.* 1898.

[19] E. HERING. Ueber den Einfluſs der macula lutea auf spectrale Farbengleichungen. PFLÜG. *Arch. f. d. ges. Physiol.* **54**, 277. 1893.

[19a] Derselbe. Untersuchung eines total Farbenblinden. *Arch. f. d. ges. Physiol.* **49**, 563. 1891.

[20] C. HESS und E. HERING. Untersuchungen an total Farbenblinden. PFLÜG. *Arch. f. Physiol.* **71**. 1898.

[21] HESS. Experimentelle Untersuchungen über die Nachbilder bewegter leuchtender Punkte. *Arch. f. Ophth.* **44**, 545.

[22] A. KÖNIG. Die Abhängigkeit der Sehschärfe von der Beleuchtungsintensität. *Sitz.-Ber. d. Königl. Preuſs. Akad. d. Wissensch.* Berlin, 13. Mai 1897.

[22a] Derselbe. Ueber den menschlichen Sehpurpur und seine Bedeutung für das Sehen. *Ebenda.* 21. Juni 1894.

[23] A. KÖNIG u. DIETERICI. Die Grundempfindungen u. ihre Intensitätsvertheilung im Spectrum. *Sitz.-Ber. d. Königl. Preuſs. Akad. d. Wissensch.* Berlin, 29. Juli 1886.

[24] F. KREYSSIG. Genuine totale Farbenblindheit. *Mitth. aus d. ophth. Klinik Tübingen* **2**, 332. 1890.

[25] F. KOESTER. Ueber Stäbchen- und Zapfensehschärfe. *Centralbl. f. Physiol.* 17. Oct. 1896.

[26] v. KRIES. Kritische Bemerkungen zur Farbentheorie. *Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg.* **19**, (2 u. 3). 1898.

[27] Derselbe. Ueber die Abhängigkeit centraler und peripherer Sehschärfe von der Lichtstärke. *Centralbl. f. Physiol.* (2). 26. Jan. 1895.

[28] Derselbe. Ueber die Function der Netzhautstäbchen. *Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorgane* **9**, 5 u. 8.

[29] Derselbe. Ueber Adaptation. *Centralbl. f. Physiol.* **9**. 1895.

[30] Derselbe. Ueber den Einfluſs der Adaptation auf Licht- und Farbenempfindung und über die Function der Stäbchen. *Verh. d. Naturf. Gesellsch. Freiburg* **9** (2), 15—17.

[31] LANDOLT. Achromatopsie totale. *Arch. d'ophth.* **1**, 114. 1881.

[32] Derselbe. Un nouveau cas d'achromatopsie totale. *Arch. d'ophth.* **10**, 202. 1891.

[33] CHR. LADD-FRANKLIN. Eine neue Theorie der Lichtempfindungen. *Zeitschr. f. Psych. u. Physiol. d. Sinnesorg.* **4**, 211. 1893.

[34] L. MAUTHNER. Farbenlehre. 2. Aufl. Wiesbaden, Bergmann, 1894.

[35] H. MAGNUS. Ein Fall von angeborener totaler Farbenblindheit. *Centralbl. f. Augenheilk.* **4**. 1880.

[36] NETTLESHIP. On Cases of Congenital Dayblindness with Colour-Blindness. *Reprinted from St. Thomas Hospit. Rep.* **10**. 1880.

[37] Pflüger. Beobachtungen an total Farbenblinden. *Ber. d. 27. Heidelb. ophth. Gesellsch.* 1898.

[38] Panas. *Traité des maladies des yeux* **1**, 201. 1894.

[39] Fr. Querenghi. Deux cas d'achromatopsie totale. *Annal. d'oculist* **106**, 333. 1891.

[40] E. Rose. *Arch. f. Ophthalm.* **7**, 79. 1860.

[41] Raehlmann. Ueber den Daltonismus und die Young'sche Farbentheorie. v. Graefe's *Arch. f. Ophth.* **22** (1), 47. 1876.

[41a] Raehlmann. Ueber totale Farbenblindheit. *Wochenschr. f. Therap. u. Hyg. des Auges* (22). 1899.

[42] Tschermak. Ueber die Bedeutung der Lichtstärke und des Zustandes des Sehorgans für farblose optische Gleichungen. Pflüg. *Arch. f. d. ges. Physiol.* **70**, 297.

[43] Uhthoff. v. Graefe's *Arch. f. Ophth.* **32** (1) u. **36** (1).

[44] v. Wecker. *Traité complet d'ophthalmologie* **1** (1), 566.

[45] Wolffberg. Totale Farbenblindheit. *Wochenschr. f. Therap. u. Hyg. des Auges* (15). 1899.

(Dieses Verzeichnifs umfafst nicht alle einschlägigen Arbeiten, so sind namentlich die in ihrer Deutung zweifelhaften Mittheilungen nicht aufgeführt und von den physiologisch-optischen auch nur diejenigen, welche mit den erörten Fragen in unmittelbarer Beziehung stehen.)

(*Eingegangen am 10. März 1899.*)

Die Form des Himmelsgewölbes und das Gröfser-Erscheinen der Gestirne am Horizont.

Ein kurzer Nachtrag zu meiner Arbeit über „Geometrisch-optische Täuschung"

(Bd. XX, S. 65 ff.).

Von

W. von Zehender.

Das Himmelsgewölbe erscheint nicht kugelförmig, sondern von obenher abgeflacht (uhrglasförmig). Dies ist ein seit langer Zeit ziemlich allgemeingültig gewordener Lehrsatz. Ich habe mich vergeblich bemüht, zu ermitteln, wer diesen Lehrsatz zuerst ausgesprochen hat und wodurch die allgemeine Gültigkeit desselben ursprünglich begründet worden ist; ich finde nur, dafs dessen Richtigkeit fast allgemein adoptirt ist, im Uebrigen aber immer nur danach gefragt wird, warum uns der Himmel am Horizont weiter entfernt erscheint, als im Zenith.

Es sei mir erlaubt die Frage nach der Richtigkeit dieses Lehrsatzes noch einmal aufzuwerfen, und einer näheren Prüfung unterziehen zu dürfen.

Soweit ich sehen kann, giebt es nur drei Möglichkeiten, die zur Entstehung einer Vorstellung über die Himmelsform Veranlassung geben können. Es könnte dieselbe:

1. eine angeborene sog. „Zwangsvorstellung" sein, oder sie kann
2. durch Erfahrung erworben, oder
3. durch Tradition zu einer Glaubenssache geworden sein.

Mit der ersten Möglichkeit wollen wir nicht rechnen; sie wird den Meisten — ebenso wie mir — unmöglich erscheinen. — Es bleiben dann nur noch die beiden anderen Möglichkeiten: Erfahrung oder Tradition.

Ein erfahrungsmäfsiges Urtheil über Form und Entfernung gründet sich in jedem besonderen Falle auf die Gröfse eines Gegenstandes, verglichen mit der Entfernung in welcher dieser Gegenstand gesehen wird. Kennen wir die Gröfse des Gegenstandes, dann sind wir im Stande die Gröfse der Entfernung in der wir ihn sehen — wenigstens annähernd — abzuschätzen, und kennen wir die Entfernung, dann sind wir gleicher Weise auch im Stande seine Gröfse annähernd zu schätzen.

Am Himmel giebt es aber keine Gegenstände von bekannter Gröfse, aus denen ein Urtheil über dessen Entfernung abgeleitet werden könnte, noch auch — mit Ausnahme der wenigen Gestirne, deren Gröfse teleskopisch mefsbar ist — kennen wir am Himmel ihren Abstand von der Erde. Das Ende des Himmels ist für uns ebenso unsichtbar wie die uns umgebende atmosphärische Luft. Folglich ist es unmöglich, die Form oder die Entfernung des Himmelsgewölbes auf dem Wege der Erfahrung schätzungsweise zu ermitteln. Nur die terrestrischen Gegenstände und die am Himmel gleichsam angehefteten Wolken könnten als äufserst unzuverlässige Anhaltspunkte zur Abschätzung der scheinbaren Himmelsform verwendet werden. Hiervon abgesehen bleibt also nichts anderes übrig als anzunehmen, dafs die Vorstellung der uhrglasähnlichen Form des Himmelsgewölbes auf Tradition beruht und auf dem Wege der Tradition zur sogenannten „Zwangsvorstellung“ geworden ist.

Es giebt indessen doch noch eine Erfahrung, die geeignet wäre, den mathematischen Beweis dieser „Zwangsvorstellung“ zu erbringen. — Seit langer Zeit ist bekannt, dafs bei Abschätzung, einer Winkelgröfse am Himmelsfirmament, jede Winkelbestimmung in der Zenithnähe constant zu grofs und in der Horizontnähe constant zu klein ausfällt. — Hieraus läfst sich allerdings die uhrglasähnliche Form des Himmelsgewölbe mathematisch ableiten — aber nur dann wenn vorausgesetzt wird, dafs diese (unrichtige) Winkelbestimmung richtig sei. — Man kann aber die Sache auch umkehren, und kann voraussetzen, dafs die Winkelschätzung falsch sei; dann ist natürlicher Weise auch das Rechnungsresultat und die daraus abgeleitete Form des Himmelsgewölbes mindestens ebenso falsch.

Im Rückblick auf meine frühere Arbeit über „Geometrisch-optische Täuschung“ (*diese Zeitschr.* S. 65) möchte

ich hier nachträglich nun noch hervorheben, dafs die schon vor langer Zeit auf astronomischem Gebiete erfahrungsmäfsig gemachte Beobachtung, die — soviel ich weifs — bisher nur auf das Himmelsgewölbe Anwendung gefunden hat, weit allgemeinere Geltung verdient, als ihr bisher zu Theil geworden ist.

Vorausgesetzt also — und wir glauben die Richtigkeit dieser Voraussetzung für die ebene Fläche, überzeugend bewiesen zu haben — dafs:

> „Spitze Winkel, die in horizontaler Richtung sich öffnen, gewöhnlich zu klein, spitze Winkel, die in verticaler Richtung sich öffnen, gewöhnlich zu grofs geschätzt werden",

dann ist es wohl erlaubt, dieses für die flache Ebene gefundene Gesetz auch für die dritte Dimension und also auch für das Himmelsgewölbe gelten zu lassen.

Hiernach ist die Unrichtigkeit der Winkelschätzung am Himmelsgewölbe ein Vorgang, der auf breiter physiologischer Basis ruht und als solcher berücksichtigt und berichtigt werden mufs. Geschieht dies, dann wird die mathematische Deduction einer „uhrglasähnlichen Himmelsform" hinfällig; geschieht dies nicht, dann ist die vermeintliche Himmelsform nicht eine erfahrungsmäfsig ermittelte Thatsache, sondern ein auf falscher Grundlage aufgebauter Schlufs.

Wir stehen mit dieser Ansicht über die Form des Himmelsgewölbes nicht ganz isolirt, und stehen damit insbesondere nicht ganz im Widerspruch mit Helmholtz, wenn dieser, nachdem er die Form des Wolkenhimmels als ein „wenigstens im Zenith sehr plattes Gewölbe" erklärt hat, weiterhin sagt: „Da wir nun kein Mittel der sinnlichen Anschauung haben, um die Entfernung des Wolkenhimmels von der des Sternenhimmels zu trennen, so scheint es nur natürlich, dafs wir dem letzteren die wirkliche Form des ersteren, so weit wir sie unterscheiden können, mit zuschreiben, und dafs auf diese Weise, die doch immer sehr vage, unbestimmte und veränderliche Vorstellung von der flach kuppelförmigen Wölbung des Himmels entsteht."

In engem Zusammenhange hiermit steht die oft discutirte Frage nach den Ursachen des „Gröfser-Erscheinens" von Mond, Sonne und Sternbildern am Horizont. — Wenn allgemeinhin spitze, in horizontaler Richtung sich öffnende Winkel kleiner

erscheinen als sie in Wirklichkeit sind, dann mufs der Durchmesser des Mondes am Horizont gröfser erscheinen als in jeder anderen (höheren) Himmelslage. Wenn wir beispielsweise den Mond, der uns am Himmelszelt unter einem Gesichtswinkel von etwa 1^0 erscheint, hoch am Himmel in der Nähe des Zeniths betrachten, wo unsere Winkelschätzungen durchschnittlich zu grofs ausfallen (also $1^0 + \varepsilon$), dann müfste der Monddurchmesser um einen Gesichtswinkel $= \varepsilon$ gröfser sein als er ist, wenn er dem zenithwärts blickenden Auge $= 1^0$ erscheinen sollte; er erscheint also zu klein. Umgekehrt erscheint er dem horizontalwärts blickenden Auge unter dem Gesichtswinkel $1^0 - \varepsilon$; mithin um den Gesichtswinkel ε zu grofs. — Da indessen die Gröfse des „Gröfser-Erscheinens" unter verschiedenen Verhältnissen sehr verschieden ist, so kann die Erscheinung nicht ausschliefslich und allein von der hier angegebenen Ursache abhängen. Wir schliefsen uns deshalb der von Helmholtz vertretenen Ansicht vollkommen an, wonach bei dem Gröfser-Erscheinen des Mondes „nicht ein, sondern viele Motive" (atmosphärische Verhältnisse, wie Feuchtigkeit und Klarheit der Luft und die Luftperspective) „zusammenwirken, die in jedem einzelnen Falle sehr verschieden sein können".

Die beiden Erscheinungen: — die vermeintlich uhrglasförmige Gestalt des Himmelsgewölbes und das Gröfser-Erscheinen der Gestirne am Himmelsrand (letzteres freilich nur theilweise) — führen sich also leicht auf die Volkmann'sche scheinbare Divergenz zweier vertical stehender Parallellinien zurück und die aus ältester Zeit herstammende Vorstellung einer kugelförmigen Gestalt des Himmels ist deshalb weit besser berechtigt.

Das Himmelsgewölbe hat für uns keine wirklichen Grenzen. Die Entfernung seiner äufsersten Grenzen ist für uns in jeder Richtung unermefslich grofs. Setzen wir die Unermefslichkeit sich selbst gleich, dann entsteht daraus eine Kugel von unermefslich grofsem Halbmesser. Die Kugelform hat aber auch noch das Eigenthümliche, dafs ihre sämmtlichen Meridiane in einem Punkt — im Pol oder im Zenith — zusammentreffen. Die für den Beobachter vertical stehenden Meridiane nähern sich also zenithwärts in Wirklichkeit einander mehr und mehr; nach terrestrischer Vorstellungsweise dagegen erscheinen die Meridiankreise, wegen der unendlichen

Gröfse des Himmels-Halbmessers — unter sich als parallel. Wir haben erfahrungsmäfsig demnach eine Vorstellung vom Parallelismus vertical stehender Linien, die mit der strengen Definition des Parallelismus insofern nicht ganz übereinstimmt, als (nach Volkmann) nur solche Verticallinien parallel erscheinen, die in Wirklichkeit nicht ganz genau parallel sind, sondern — nach Analogie der Meridiane — nach oben ein wenig convergiren. Ohne Zweifel steht der, wegen unendlicher Gröfse des Halbmessers scheinbar parallele, in Wirklichkeit aber nach oben convergirende Verlauf der Meridiane in nahem Zusammenhange mit der Volkmann'schen scheinbaren Divergenz vertical stehender Parallellinien.

Die hieraus abzuleitende Entstehungsweise einer kugeligen Formvorstellung des Himmelsgewölbes und die optische Vergröfserung am Himmelsrand läfst sich demzufolge ganz ungezwungen auch in diesen Fällen auf ein einziges, einfaches, allgemein als richtig anzuerkennendes Naturgesetz zurückführen.

(*Eingegangen am 12. April 1899.*)

Besprechung.

1. Benno Erdmann. **Die psychologischen Grundlagen der Beziehungen zwischen Sprechen und Denken.** *Archiv für system. Philosophie* 2 (3), 355—418, 1896; 3 (1), 31—48, 1897 u. 3 (2), 150—173, 1897.

2. Benno Erdmann und Raymond Dodge. **Psychologische Untersuchungen über das Lesen auf experimenteller Grundlage.** Halle a. S., Max Niemeyer, 1898. VIII u. 360 S.

3. Edmund B. Huey. **Preliminary Experiments in the Physiology and Psychology of Reading.** *The American Journal of Psychology* 9 (4), 575—586. 1898.

B. Erdmann, der allerdings schon in seiner Logik (I.) vielseitige Belehrung über die psychische Seite des Sprachlebens gegeben, hat sich nun mit zwei gröfseren Arbeiten rasch eine hervorragende Stellung in der Sprachpsychologie geschaffen. Wenn auch die zuerst genannte Abhandlung (1.) noch nicht abgeschlossen ist, scheint es doch zweckmäfsig, sie schon jetzt zu besprechen, da die darin mehrmals angekündigte gröfsere Untersuchung über das Lesen (2.) bereits vorliegt. Die Arbeit Huey's (3.) schliefst sich ihrem Inhalte nach so eng an die Untersuchung von Erdmann und Dodge, dafs sie mit herangezogen werden mufs. Zugleich, aber in ganz verschiedener Weise arbeitend, gelangte Huey doch zu wesentlich übereinstimmenden Ergebnissen. Nur sind Erdmann und Dodge viel weiter gekommen und haben vielfach das schon sichergestellt, was Huey nur vermuthet und weiterer Forschung überweist.

1. Nach einer kurzen Skizze der Geschichte des Problems von den Beziehungen zwischen Sprechen und Denken (I, S. 355—358) formulirt der Verf. dasselbe sowohl nach der rein psychologischen als auch nach der psychophysischen Seite hin (II, S. 359—362); bei ersterer Fassung legt E. Gewicht darauf, die Denkvorgänge ohne Heranziehung irgend logisch-erkenntnifstheoretischer Fragen zu betrachten; bei letzterer wird die — allerdings etwas weitgehende — Forderung erhoben, die Beziehungen zwischen den „mechanischen Correlaten des Denkens und den mechanischen Correlaten der Sprachvorstellungen“ ins Auge zu fassen. Hierauf wird über die Arten der Wortvorstellungen (III, S. 362—370), über die Bedeutungsvorstellungen (IV, S. 370—375) und über die Verknüpfung dieser beiden (V, S. 375—382) gehandelt. Die Wortvorstellungen gliedert E. in akustische und motorische Lautworte

einerseits, optische und graphische Schriftworte andererseits, aufserdem können alle Wortvorstellungen bezw. Wörter wahrgenommen, erinnert oder eingebildet sein. Als Bedeutungsvorstellungen bezeichnet E. jene Vorstellungen, die wir mit den Sprachvorstellungen i. e. S. verbinden und die sich entweder auf Sachen beziehen oder aber auf „grammatische Gegenstände“: Nomen, Verb, Wort, Satz u. dgl. Hierbei betont E., dafs nicht jede Sachvorstellung nothwendig auch Bedeutungsvorstellung sein müsse und spricht sich hiermit klar gegen Identificirung von Denken und Sprechen aus. Die Verknüpfung der Wort- und Bedeutungsvorstellungen wird als associative bezeichnet u. zw. mit E.'s Terminologie „Verflechtungs-Association“, selbst dort in der Regel, wo, wie bei den onomatopoetischen Wörtern, Aehnlichkeit vorliegt. E. beschränkt sich aber nicht auf die reproductiven Beziehungen zwischen Wort und Bedeutung, sondern dehnt seine Untersuchung auch aus auf die prädicative Beziehung im Urtheil bezw. Satz, sowie auf die grundlegenden Urtheilsbeziehungen in Satzzusammenhängen, und kommt zu dem weittragenden Ergebnisse, dafs die logischen Beziehungen des Urtheils nicht die associativen Verknüpfungen der Vorstellungen sondern die sachlichen Beziehungen des Vorgestellten seien (S. 375); „die Bedeutungsvorstellungen werden im Urtheil nicht als Vorstellungen, sondern als Vorgestelltes, als Gegenstand, als Bestandtheile des Wirklichen aufser uns gefafst.“ (S. 380.) — Abschnitt VI (S. 383—385) bringt Psychologisches zur Entwickelung der ersten Sprachstufe, d. i. jenes Zeitraumes in der Entwickelung des Kindes, der dem Sprechen voraus liegt, wo es sich also nur um das beginnende Sprachverständnifs handelt; VII (S. 385 bis 397) erörtert die Entwickelung der zweiten Sprachstufe d. h. der bewufsten Handhabung der Lautsprache. Während in der ersten Sprachstufe zweigliedrige Associations-„Geflechte“ angenommen werden mufsten: akustische Wort und andererseits Bedeutungsvorstellung, tritt in der zweiten Stufe als drittes Element das motorische hinzu, so dafs wir es also dann mit „dreigliedrigen (akustischen, motorischen und Bedeutungs-) Sprachvorstellungen“ zu thun haben. Aber Fälle der ersten Stufe — blos verstandene, noch nicht gesprochene Worte — gehen noch längere Zeit nebenher. Hieran knüpft nun E. den Hinweis auf die wichtige Thatsache, dafs für den erwachsenen Menschen Gegenstände der Wahrnehmung, insbesonders wenn sie sehr bekannt sind, meistens ohne akustisch-motorische Wortvorstellung auftreten, dafs also das Denken sich vielfach recht eigentlich ohne Sprache vollzieht, was natürlich um so häufiger in der ersten Sprachstufe und ausnahmslos in der vorausliegenden Zeitperiode der Fall sein mufs. E. nimmt an, dafs wenn dies — nach der ersten Sprachstufe — vorkommt, die associativen Erregungen physiologischer Natur eben unbewufst bleiben. Ebenso wird dann auch die umgekehrte Thatsache betont, dafs beim Hören oder Sprechen von bekannten, häufig gebrauchten Wörtern die Bedeutungsvorstellung uns unbewufst physiologisch erregt bleiben kann, so dafs wir thatsächlich fast nur in Worten arbeiten (S. 394). Schliefslich werden die individuellen Unterschiede in der Veranlagung für akustisches oder motorisches Vorstellen — Charcot's Typen — besprochen.

VIII (S. 398—405) giebt eine psychologische Uebersicht der Sprachverknüpfungen auf den ersten beiden Sprachstufen; im Anschlusse an die Symptomenlehre der Aphasie hält E. auseinander: 1. das Verständnifs des Gehörten, 2. das Nachsprechen und 3. das selbständige oder Willkürsprechen. Letzteres wird getheilt in Laut-Sprechen und lautloses Sprechen (innere Sprache). Der Verf. sucht nun die psychischen Vorgänge in allen drei Fällen schematisch darzustellen, indem er folgende Hauptthatsachen begrifflich auseinanderhält: die akustische Wortvorstellung (a), die motorische Wortvorstellung (m), die Bedeutungsvorstellung (b), die Erregung des motorischen Sprachcentrums (k). Die Wortvorstellungen können entweder in der Wahrnehmung gegeben (as oder ms), oder reproducirt ($a\sigma$ oder $m\sigma$), oder unbewufst erregt sein (α oder μ); die Bedeutungsvorstellung ist entweder bewufst psychisch gegeben oder unbewufste Erregung (b oder β). Mit Hülfe dieser Symbole werden nun alle so mannigfachen psychischen Möglichkeiten in Formeln gebracht, die ja im Einzelnen vielleicht verbesserungsfähig sein mögen, immerhin aber den Weg glücklich gebahnt haben zu einer klareren und sichereren Erfassung und Beschreibung der so vielseitigen Wirklichkeit.

IX (S. 405—416) giebt analog die symbolische Formulirung der physiologischen Sprachverknüpfungen auf den ersten beiden Sprachstufen für verständnifsvolles Nachsprechen, Lautsprechen und lautloses Sprechen.

X (3. Band, S. 31—48) bringt Vorbemerkungen zur dritten Sprachstufe, in der die Schrift neu hinzutritt und den psychischen Thatbestand sosehr bereichert und complicirt. Es werden alle hierbei in Betracht zu ziehenden Momente umsichtig und klar auseinandergelegt und schliefslich das Lesen in engerem Sinne, d. h. das Lesen unserer Buchstabenschrift als Gegenstand der folgenden Untersuchung aufgestellt. XI (S. 150—173) handelt über die „Bedingungen des Lesens“. Hierbei müssen drei Vorgänge auseinander gehalten werden, 1. Erkenntnifs des optischen Bestandes der Schrift, 2. Verständnifs ihrer Lautsymbolik, 3. das Verständnifs des Bedeutungszusammenhanges.

Ersteres (die Erkenntnifs des optischen Bestandes der Schrift) wird als ein Zusammenwirken von Perceptions- und Apperceptionsmassen beschrieben, also von dem der Wahrnehmung vorliegenden einer- und den Residuen früherer gleicher oder ähnlicher Wahrnehmungen andererseits. Der Vorgang dieses „Ineinanderfliefsens“ wird als Verschmelzung bezeichnet (S. 157) und der gewöhnlichen „selbständigen“ Reproduction scharf gegenübergestellt; während nämlich bei letzterer neben dem reproducirenden a das reproducirte a' selbständig auftritt, ist im Falle der „Verschmelzung“ nur ein psychischer Inhalt gegeben. — Hierauf wird, der später zu besprechenden viel umfassenderen Untersuchung vorgreifend, gezeigt, dafs das Lesen während der Ruhepausen des Auges erfolge, dafs ferner schon der Anfänger im Lesen bei nur einiger Uebung es dahin bringe, nicht buchstabirend zu lesen, sondern ganze Wortbilder simultan aufzufassen. Dies hänge in erster Linie von der verschiedenen Kraft des optischen Gedächtnisses ab, das je nach dem „Typus“ des Menschen variire. Es werden dann einige interessante Beobachtungen an einem entschiedenen „Optiker“ mitgetheilt und daraus die Consequenz gezogen, „dafs überall

da, wo die Formen der optischen Worte sich besonders leicht, schnell und sicher einprägen, das Lesenlernen wesentlich erleichtert und beschleunigt wird." (S. 173.)

Der angekündigte „Schlufs" ist bis heute (Anfang Februar 1899) noch nicht erschienen.

2. (Erdmann und Dodge, Ueber das Lesen.)

Von den drei Thatsachengruppen, die beim verständnifsvollen Lesen in Betracht kommen, der optischen Wahrnehmung, der akustischen und der Bedeutungsreproduction, bilden die ersten beiden den Gegenstand der vorliegenden Untersuchung. Die Verf.[1] geben vorerst in der Einleitung eine historische Uebersicht über die bisherigen vielfach widerstreitenden Ansichten; Baxt, Cattell und Sanford kommen in ihren Aufstellungen der Annahme nahe, beim Lesen vollziehe sich die Auffassung nicht ausschliefslich von Buchstabe zu Buchstabe, sondern kleinere Gruppen von solchen würden simultan erfafst. Dagegen hat Grashey sich entschieden dahin ausgesprochen, unser Lesen erfolge streng buchstabirend und auch Wernicke, sowie Goldscheider und R. Fr. Müller haben im grofsen Ganzen dieser Auffassung nicht widersprochen. Die Verf. unternehmen es nun, den gesammten Thatsachenbestand sowohl für das Erkennen der Schriftzeichen als auch für die lautsprachlichen Reproductionen einer von Grund auf neu einsetzenden genauen Durchforschung zu unterziehen. Mit voller methodischer Sicherheit baut sich nun die musterhaft klare Untersuchung auf, deren Reichhaltigkeit uns zwingt, ausschliefslich von den Ergebnissen zu berichten, im übrigen aber auf die Schrift selbst zu verweisen.

Im I. Capitel (S. 36—76) wird vorerst durch Spiegelbeobachtungen des lesenden Auges bei unverrückter Kopfhaltung ermittelt, dafs beim Lesen bequem verständlichen Textes ein regelmäfsiger Wechsel zwischen Ruhepausen und Bewegungen des Auges stattfindet, dafs die Zahl dieser Ruhepausen sehr viel kleiner ist als die Anzahl der Buchstaben und dafs sie beim Lesen eines geläufigen Textes bei einem und demselben Individuum nahezu constant bleibt; nur das Mehr oder Minder an Geläufigkeit des gelesenen Textes verringert oder erhöht um ein Weniges die Zahl dieser Ruhepausen. In der S. 49 abgedruckten Tabelle I schwanken die Werthe zwischen 3 und 5,73. Wird beim Lesen die Aufmerksamkeit vom Inhalte des zu Lesenden ab und ausschliefslich auf den optischen Bestand hingelenkt, wie vielfach beim Correcturenlesen, so erhöht sich die Zahl der Ruhepausen nahezu auf das Dreifache (S. 52). Nun gilt es festzustellen, ob das Lesen ausschliefslich in den Ruhepausen erfolge, oder ob auch während der Augenbewegungen die Schriftzeichen genügend deutlich erkannt werden können. Zu diesem Zwecke suchen die Verf. die Zeitbeziehungen dieser beiden Phasengruppen zu ermitteln und messen daher vor Allem die durchschnittliche Dauer des normalen Lesens einer Zeile; diese variirt nach den Individuen, nach der Geübtheit innerhalb derselben

[1] Auch Dodge ist auf sprachpsychologischem Gebiete bereits gut bekannt durch seine Abhandlung „Die motorischen Wortvorstellungen." Halle, 1896. Vgl. die Anzeige in *dieser Zeitschrift*, Bd. 14, S. 396—397.

Sprache und nach dem Umstande, ob der Text der Muttersprache oder einer fremden angehört; laut Tabelle (S. 58) schwankt sie zwischen 1,32" und 2,96", bei Correcturlesen beträgt sie 4,07". Diese Zeit vertheilt sich nun auf ebensoviel Pausen wie Augenbewegungen; die für eine ganze Zeile nothwendige Winkelbewegung des Auges wird auf die 4—6 nothwendigen einzelnen Bewegungen repartirt und ergiebt (S. 64 und 65), dafs unser Auge, wenn es sich von einem Ruhepunkte zum anderen bewegt, etwa 3° bis 5° zurücklegt. Nun ziehen die Verf. die Winkelgeschwindigkeit unserer Augenbewegungen heran, um zu erfahren, wie lange das Auge zu dieser Bewegung braucht. Zu diesem Zwecke wird, da die bisherigen Berechnungen von VOLKMANN und später HELMHOLTZ-LAMANSKY sich als nicht völlig stichhaltig erwiesen, auf Grund einer Verbesserung der von den Letzteren angewandten Methode die Winkelgeschwindigkeit berechnet — einen genauen Bericht hierüber enthält der Anhang S. 346—360 — und es ergiebt sich als Bewegungszeit für 3°—5° 15 σ, für 10° 20 σ. Um den Ansatz ja nicht zu nieder zu greifen, wird in die weitere Rechnung für die in Betracht kommende Winkelgröfse von 3°—5° die Zeit von 20 σ angenommen und dann, wie in Tabelle IV (S. 67) zusammengestellt ist, folgender Berechnungsmodus eingeschlagen. Die ermittelte Durchschnittsanzahl von Augenbewegungen für eine Zeile (annähernd 5) mit der Maafszahl der Dauer einer solchen Bewegung multiplicirt, läfst die durchschnittlich in einer Zeile für die Augenbewegungen erforderliche Zeit auf ungefähr 100 σ bestimmen; diese Zeit wird abgezogen von der durchschnittlichen Lesedauer einer Zeile und ergiebt dann die für sämmtliche Ruhepausen erübrigende Zeit. Nach den Berechnungen des Verf. verhalten sich die Gesammtzeiten für die Ruhepausen zu den Gesammtzeiten für die Bewegungen bei geläufigen Texten beim Beobachter *D* wie 23 : 1, bei *Dt* wie 19,1 : 1, bei *E* wie 12 : 1. Beim Correcturlesen stieg das Verhältnifs bei *E* auf 126 : 1. Im Weiteren wird untersucht, ob die ermittelte Geschwindigkeit der Augenbewegungen beim Lesen es gestatte, dafs wir auch während der Bewegung einzelne Schriftzeichen erkennen. Soviel ist bereits festgestellt, dafs bei den von den Verf. herangezogenen Texten das Auge während einer Bewegung durchschnittlich über einen Raum von 1,52—2,08 cm hinweggleitet; dieser Raum enthält 12—13 Buchstaben und diese ergeben im Ganzen nach sorgfältiger Schätzung 25 schwarze Flächenelemente, wobei die dazwischen liegenden weifsen Interstitien durchschnittlich 3 Mal so breit sind als die schwarzen Striche. Dann entfällt als Zeit für einen schwarzen Strich sammt weifsem Felde 20 σ : 25 = 0,8 σ, wovon 0,2 σ auf das schwarze und 0,6 σ auf das weifse Feld zu veranschlagen sind. Da nun nach den Untersuchungen von PLATEAU, HELMHOLTZ und BAXT die für die Unterscheidung schwarzer und weifser Flächenelemente nothwendige Zeit ungleich gröfser ist — die Zahlen schwanken von 8 σ bis 16 σ — ergiebt sich mit Nothwendigkeit der S. 71 gezogene wichtige Schlufs, dafs der schnelle Wechsel der schwarzen und weifsen Textelemente während einer Augenbewegung es vollständig unmöglich macht, während der Bewegung die Schriftzeichen zu erkennen; das optische Erkennen der Schriftzeichen beim Lesen erfolgt daher, wie die Verf. am Schlusse des I. Capitels resumiren, ausschliefslich während der Ruhepausen des Auges.

Capitel II (S. 77—93) untersucht nun den Umfang der Lesefelder und die Orte der Fixationspunkte. Hierbei gelangen die Verf. zu dem Ergebnisse, dafs erstens die Lesefelder, d. i. die Gebiete simultanen Erkennens während der Lesepausen, gröfser sind als die Gebiete möglichen deutlichen Wahrnehmens der in ihnen enthaltenen Schriftzeichen, insbesondere beim Lesen geläufiger Texte (S. 83) und zweitens, dafs die Stellen directer Fixation bei geübtem Lesen am Anfange und Ende der Zeile in der Regel eine Abweichung nach innen zeigen, die am Zeilenende gröfser ist als am Anfange (S. 87); die Fixationsstelle trifft meist Wörter und zwar die Wortmitte aber nicht immer auch die Buchstabenmitte, sondern manchmal auch die weifsen Interstitien (S. 93).

Um nun die näheren Bedingungen des optischen Erkennens zu untersuchen, holen die Verf. weiter aus. Cap. III (94—115) bringt eine genaue Beschreibung sammt Zeichnungen des von ihnen construirten Apparates zur Isolirung der Lesepausen, der die zu lesenden Zeichen simultan, in veränderbarer Anzahl und in der normalen räumlichen Anordnung bringt, aufserdem den Ort der Fixation schon vor der Exposition deutlich sichtbar macht und für binoculares Sehen eingerichtet ist. In Cap. IV (116—127) wird vorgängig untersucht, wie lange höchstens die Expositionsdauer gewählt werden dürfe, um reagirende Augenbewegungen auszuschliefsen. Es ergiebt sich hierfür das Zeitmaafs von 188σ (S. 126). Trotzdem haben die Verf. in ihren Versuchen, um sicher zu gehen, die Expositionsdauer auf 100σ herabgemindert. Cap V (128—140) stellt nun fest, dafs wir bei unbewegtem Auge „fast ausnahmslos 4, in der Mehrheit der Fälle 5 simultan aber ohne Wortzusammenhang exponirte Buchstaben zu lesen, d. h. zu erkennen und alphabetisch wiederzugeben vermögen" (S. 137), und dafs wir unter den gleichen Expositionsbedingungen im Wortzusammenhang 4—5 Mal so viel Buchstaben lesen (S. 140). — Cap. VI (141—163) untersucht das Erkennen der Schriftwörter und kommt zu den interessanten (und insbesondere die durch Ehrenfels und Meinong ausgebildete Lehre von den fundirten Inhalten neuerdings bestätigenden) Ergebnissen, dafs das früher erwähnte ungleich bessere Erkennen von Buchstaben im Wortzusammenhange seinen Grund in der festen associativen Fügung der Lautganzen hat, welche durch die erkannten Wörter erregt werden (S. 149), dafs in einer Entfernung, welche Buchstaben nicht mehr identificiren läfst, doch Wörter in der Hälfte der Fälle erkannt werden (S. 157), dafs „Wörter von optisch charakteristischer Gesammtform leichter erkennbar sind als solche gleichförmigerer Configuration", dafs „Wörter, deren optische Gesammtform vertrauter ist, leichter erkennbar sind als die weniger vertrauten", dafs wir „bei kurzer Expositionszeit und geringer Gröfse der Buchstaben, so dafs sie einzeln nicht erkennbar sind, die Wörter lediglich an ihrer optischen Gesammtform erkennen" (160). — Cap. VII (164 bis 185) untersucht das Lesen im Satzzusammenhange und gelangt zu analogen Feststellungen. Bei simultaner Exposition und Fixation der Satzmitte werden auch solche indirect gesehene Worte erkannt, deren Buchstaben nur undeutlich oder gar nicht allein erkennbar wären. Dieses Erkennen erfolgt unter Mitwirkung des grammatischen und des Bedeutungszusammenhanges, doch so, dafs immerhin die optische Gesammtform

der Worte für das Zustandekommen des Erkennens entscheidender bleibt als jene Zusammenhänge; das Erkennen ist umso sicherer, je charakteristischer und je geläufiger dem Lesenden die optischen Wortformen sind. Da das Worterkennen sich mit allen Merkmalen der Unmittelbarkeit vollzieht, schliefsen die Verf., dafs „die apperceptiven Elemente dieses Erkennens nicht selbständig oder associativ sondern nur in apperceptiver Verschmelzung reproducirt werden", was in vielleicht geläufigere Terminologie übertragen soviel sagen will, dafs beim Erkennen die dispositionellen Residuen früher gesehener Wort- und Satzbilder nicht psychisch actualisirt werden, sondern eben nur den unmittelbaren Erkennungsvorgang erleichtern. Dies steht in bester Uebereinstimmung mit der in der Lehre vom Wiedererkennen nicht mehr unbekannten Thatsache, dafs wir bei Betrachtung eines Porträts etwa nicht das in der Erinnerung gegebene frühere Bild vergleichsweise neben die Wahrnehmung stellen, sondern in der Regel nur in einem einzigen unmittelbaren Acte die Aehnlichkeit mit dem Urbilde constatiren.

Cap. VIII (186—202) wendet sich nun von der ausschliefslichen Betrachtung des optischen Erkennens zum zweiten Theile der ganzen Untersuchung, der Reproduction der Lautworte. Die früher erwiesene Thatsache, dafs das optische Erkennen sich in einem simultanen Acte vollzieht, tritt nun in merklichen Contrast zu der streng successiven Natur der gesprochenen und gehörten Worte der Lautsprache; die symbolische Vertretung der letzteren durch erstere ist daher naturgemäfs eine mangelhafte. Nebst diesem principiellen Unterschiede wird aber auch noch darauf hingewiesen (S. 192), dafs „selbst da, wo die einzelnen Buchstaben der Schriftworte thatsächlich gesprochene Laute wiedergeben, weder die verschiedenartigen Uebergangsbewegungen von Laut zu Laut noch im Allgemeinen die zahlreichen Modalitäten des Erklingens in ihnen symbolisirt werden", d. h. also, dafs auch bei scheinbar streng phonetischer Schreibung die Schrift niemals den ganzen Complex von Sprachbewegungen und akustischen Thatsachen zu adäquatem Ausdruck bringen kann; dafs bei nicht streng phonetischer Schreibung dieser Uebelstand noch empfindlicher wird, ist nicht ausgesprochen, darf aber aus den Worten der Verf. entnommen werden. Die weiteren Darlegungen zeigen, dafs wenn wir lesen, — etwa das Wort „Vase" — wir nicht von jedem Buchstabenbilde zu seinem Laute übergehen, sondern dafs wir erst, nachdem das ganze optische Wortbild erfafst ist, den Wortlaut realisiren. Also schematisch[1]

nicht: $V^o - V^l - a^o - a^l - s^o - s^l - e^o - e^l$ sondern $\overbrace{Vase}^{o} - V^l a^l s^l e^l$.

Dafs eine successive Reproduction auf Grund simultanen Erkennens der Wortbilder möglich sei, wird damit gestützt, dafs wir ja auch beim Benennen von Gegenständen auf Grund des simultanen Erkennens das successive Wort reproduciren. Hierbei hätte S. 197 auf die ideographischen Schrift- und Zeichensysteme hingewiesen werden können, die im Verhältnifs zu unserer Lautschrift ein sozusagen noch simultaneres Erfassen des optischen Zeichens ermöglichen und doch mit der gröfsten Leichtigkeit

[1] o = optisch, l = lautlich.

die successive lautliche Reproduction wachrufen, wie Ziffern und mathematische Symbole (+, —, $\sqrt{}$, ∞), gewisse Siglen in der Stenographie, u. dgl. — Cap. IX und X bringen nun eine eingehende äußerst sorgfältige Revision der psychometrischen Untersuchungen CATTELL's über Reactionen (WUNDT's *Philos. Stud.* III u. IV und *Mind*, XI, 1886.), und schaffen so den methodischen Unterbau für die Untersuchung der adäquaten Lautreactionen auf Schriftzeichen, Cap. XI (280—322). Nebst der zu erwartenden Thatsache, daſs die Zeiten für adäquate Lautreaction auf ein Schriftzeichen beträchtlich gröſser sind als die Zeiten für die inadäquate aber gleichförmige Lautreaction auf eine helle Fläche, ergiebt sich noch, daſs die Zeiten für adäquate Lautreaction auf je eines aus 26 4-buchstabigen Wörtern etwas kürzer sind als bei einzelnen Buchstaben und daſs bei 2-, 3-, 4 mal längeren Wörtern die Reactionszeit nur um „einen geringen Zeitbetrag" steigt. Daraus wird der Schluſs gezogen, daſs die oben erwähnten einfachen Lichtreactionen reflectorisch, die Schriftreactionen auf Buchstaben und Wörter durchgängig „im engeren Sinne central" ausgelöst werden (S. 296 u. 299). Aus dem Umstande, daſs die Reactionszeit auf 4-buchstabige Wörter kleiner ist als auf einzelne Buchstaben, folgern die Verf., daſs bei Reactionen auf Wörter die Auslösung der lautlichen Innervation ohne Vermittelung durch die Bedeutungs-Reproductionen erfolge, da diese sonst jedenfalls eine Verzögerung des Vorganges nach sich ziehen müſste (S. 301). Zur Erklärung aber für diese auffallende zeitliche Verkürzung wird darauf hingewiesen, daſs wir geübter sind, Wörter auszusprechen als einzelne Buchstaben. — Das Schluſscapitel XII (S. 323—345) sucht nun zu erweisen, daſs die ermittelten Zeiten für adäquate Lautreactionen als reine Lesezeiten zu betrachten sind. Zu diesem Zwecke wird sowohl die sensorische als die motorische Seite dieser Reactionen einer sorgfältigen ja geradezu mustergültigen Beschreibung und Discussion unterzogen, aus der sich ergiebt, daſs weder im Erkennen der Schriftzeichen noch in der adäquaten Lautgebung von einem Wahl- und Unterscheidungsvorgang gesprochen werden kann. Vermittelt ist das Lesen nicht durch optische oder motorische Reproductionen, sondern höchstens durch vor der Fixation indirect Erkanntes, sowie durch grammatische und Bedeutungsreproductionen.

Wenn trotz des Bestrebens, kurz zu berichten, das Referat etwas umfangreich geworden, so liegt die Schuld bei den beiden Verf., die uns in dieser schönen Doppelarbeit eine so reiche Fülle von Ergebnissen geboten haben.[1]

---

[1] Folgende Druckfehler hat Ref. bemerkt:

S. 49, Z. 2 v. o. lies: Werthe (statt: Worte),
S. 49, Z. 2 v. u. „ „ „ „
S. 97, Z. 2 v. u. lies: sufficient to,
S. 184, Z. 4 v. u. lies: Buchstabenelemente,
S. 203, Z. 9 v. u. lies: Umsetzung,
S. 206, Z. 2 v. u. lies: der Unterscheidungsact (statt: die Untersuchung),
S. 208, Z. 14 v. o. lies: Werthe (statt: Worte),
S. 341, Z. 15 v. o. lies: Lautcomplexe (statt: Schriftcomplexe).

3. (Huey.)

Huey untersucht zuerst die Zeiten für möglichst rasches Lesen von Reihen von je 50 Wörtern — ohne Bedeutungszusammenhang — bestehend aus je 2, 3 .... bis 16 Buchstaben, je nachdem diese Reihen horizontal in gewöhnlicher Zeilenlänge oder aber vertical angeordnet sind, aufserdem wurde zum Vergleich je eine Reihe von 50 einzelnen Buchstaben mit herangezogen. Es ergab sich, dafs bei kleiner Buchstabenzahl, bis 4, das horizontale Lesen rascher erfolgt als das verticale, von 5—11 Lettern schwankt die Zeit bald zu Gunsten des einen bald des anderen; von 12 Lettern an wird vertical rascher gelesen. S. 597 bestätigt H. ein Ergebnifs, das auch Erdmann u. Dodge (S. 293) bringen: die Zunahme der Lesezeit erfolgt merklich langsamer als die der Wortlänge.

Ferner vergleicht H. das Lesen eines zusammenhängenden Stückes, bei dem jedes Wort nur mit seiner ersten Hälfte sichtbar ist, mit dem Lesen nur der zweiten Hälften. Es zeigt sich, dafs, wenn die ersten Hälften vorliegen, besser gelesen wird; 85,1 % der Worte werden hierbei richtig gedeutet, im anderen Falle nur 69,9 %. Weiteres psychologisches Interesse bietet dies nicht, eher mag die statistische Sprachuntersuchung derartige Ergebnisse verwerthen können.

Zudritt berichtet H. über seine Versuche, die Augenbewegungen während des Lesens festzustellen. Hier geht er wesentlich anders vor als Erdmann und Dodge; angeregt durch Ahrens und theilweise Delabarre construirt er einen Apparat, der die Bewegungen des Auges selbst registrirt. Auf die anästhetisch gemachte Cornea wird ein Käppchen aus gebranntem Gips (plaster of Paris) aufgelegt, das den registrirenden Hebel trägt, und das der Pupille entsprechend in der Mitte kreisförmig durchbohrt ist. Das Ergebnifs stimmt im Wesentlichen mit den Feststellungen Erdmann's und Dodge's überein; die Rechtsbewegung des Auges ist durch mehrere Ruhepausen unterbrochen, der erste und der letzte Fixationspunkt liegen etwas innerhalb der Zeilenenden; aufserdem berichtet H., beim Lesen desselben Stückes in verschiedenen Entfernungen vom Auge zeige es sich, dafs die Zahl der Bewegungen mehr „eine Function des Lesestoffs (of the matter read) als der Winkelbewegung des Auges sei“; bei 21 mm Zeilenlänge ergab es sich, dafs ohne seitliche Bewegung gelesen werden konnte. Am Schlusse betont H., wie werthvoll es wäre, die Dauer der Pausen und der Bewegungen zu messen, um zu ermitteln, ob das Lesen sich nur während der Pausen vollziehe oder doch auch theilweise während der Bewegungen. Wie wir gesehen, haben Erdmann und Dodge diese Frage mit glänzender Sicherheit der Methode bereits klar entschieden.

Martinak (Graz).

Literaturbericht.

W. Mc Dougall. **A Contribution towards an Improvement in Psychological Method.** *Mind*, N. S. 7 (25), 1—14; (26), 159—178; (27), 364—387. 1898.

Der Inhalt dieser Abhandlung ist nicht besonders erfreulich. Wenn Verf. den Bewufstseinsgrad mit der Neuheit des betreffenden Reactionsvorganges des Individuums auf die Umgebung identificirt, so ist hierbei eine ganze Reihe nothwendiger Unterscheidungen nicht genügend herausgehoben, und durch derartig summarisches Vorgehen auch keinerlei psychologischer Fortschritt zu erwarten. Der Bewufstseinsgrad ist hier einmal nicht als an sich, und zweitens innerhalb psychischer Complexe geschieden. Der erstere Theil wird durch die Thatsache der Abstumpfung in Folge von Dauer oder Wiederholung auch nicht einmal vollkommen gedeckt. Das Mitwirken und Entgegenwirken psychologischer Beziehungen, wie Association, Assimilation, unwillkürliche Aufmerksamkeit jeder Art, willkürliche Aufmerksamkeit, Vorstellungsbildung ist auch nicht besonders herausgehoben. Schliefslich ist der Begriff Reactionsvorgang ein derartig summarischer, z. B. auch Lust, Unlust, Affecte u. s. w. enthaltender, dafs er überhaupt nur in der Abstraction, und durch genauere Erörterung und metaphysische Behandlung der Willensvorgänge einigermaafsen analysirt werden kann. Dafs durch einen derartigen äufseren naturphilosophischen Standpunkt kein unmittelbarer Fortschritt innerhalb der Fülle psychologischer Thatsachen erzielt werden kann, wie Verf. irrthümlich erwartet, braucht kaum erörtert zu werden.

Was die oft nicht genügend beachtete und innerhalb experimenteller Untersuchung werthvolle Thatsache der Abstumpfung (z. B. durch zu lange Dauer der Einwirkung) betrifft, so läfst sich dieselbe für die einfachsten Fälle der Sinneswahrnehmung, wie in diesem günstigen Zusammenhange ausführlicher erörtert sei, leicht experimentell und zugleich messend verfolgen. Man kann dieselbe nämlich erstens mit Hülfe der Reproduction wahrnehmen, indem man die Anfangsintensität und -Klarheit längere Zeit in der Vorstellung festhält und mit der späteren Intensität und Klarheit vergleicht. Man kann zweitens die Unterschiedsschwelle für die Abstumpfung als Resultante peripherer und centraler Abstumpfung feststellen, vorausgesetzt, dafs die Versuchsperson zufällig bilaterale gleiche Empfindlichkeit für den betreffenden Sinn besitzt. Zu diesem Zwecke hat man nur nöthig, denselben Reiz nach Verlauf verschiedener Zeit auf die genau

symmetrische Stelle zu appliciren (zweites Auge unter Berücksichtigung der Adaptation des geschonten Auges, zweite Hälfte desselben Auges, zweites Ohr bei genau symmetrischer Orientirung zur Schallquelle, zweites Nasenloch bei genau gleichmäfsiger Athmung, zweite Zungenhälfte u. s. w.). Man kann auf diese Weise die eben merkliche Verschiedenheit und Gleichheit nach vorausgegangener Uebung (sicher merkliche Verschiedenheit und Gleichheit) feststellen. Man kann drittens den weiteren Verlauf durch Vergleichung mit versuchsweise hergestellten Reizdifferenzen verschiedener Höhenlage der zweiten Intensität feststellen. Was schliefslich bei Anwendung ebenfalls der letzteren Methode, jedoch unter Zuhülfenahme der Reproduction, oberhalb der symmetrisch empfundenen Intensität liegt, ist centrale Abstumpfung.

Leichte Neurastheniker sind für diese Versuche besonders gut geeignet. Bei Wärme- und Kältereizen findet mit zunehmender Dauer des Reizes physiologisch bedingtes Wachsthum der Intensität bis zur physikalischen Ausgleichung hin statt.

Man kann diese Versuche compliciren, indem man verschiedene Qualitäten und Mischqualitäten auf dieselbe Stelle hinter einander applicirt, oder indem man denselben Reiz in einem gröfseren Complexe wiederkehren läfst, oder indem man sie auf Lust und Unlust, Affecte u. dergl. ausdehnt. Bei den Versuchen findet man aber, dafs der lediglich durch lange Dauer hervorgebrachte Betrag der Abstumpfung verhältnifsmäfsig gering ist.

Bei Versuchen mit Wiederholung in verschiedenen Zwischenpausen treten die Verhältnisse des Wiederersatzes complicirend hinzu. Dies gilt auch für längere Intervalle. Die Reproductivität als eigentlicher Bewufstseinsvorgang wird bereits nach der gewöhnlichen Erfahrung im Gegensatz zu der Grundanschauung des Verf. bis zu einer gewissen Höhe der Wiederholungen hin erleichtert. Auch Willensimpulse können mittelbar oder, wenn auch weniger sicher, unmittelbar die Reproduction wieder auf die frühere Bewufstseinshöhe emporbringen.

Auch den Widerstand gegen eine physiologische Aenderung mufs man in Betracht ziehen. Bis zu einer gewissen Höhe der Wiederholungen hin werden Associationen, Assimilationen, complexere Vorstellungen, complexere Willensvorgänge als Bewufstseinsvorgänge erleichtert. Die Ausdehnung der Abstumpfung und das Verfolgen derselben bei complexeren Vorstellungen ist eine sehr schwierige Sache.

Die Erörterung gerade der psychologischen Beziehungen ist für den äufserlichen Standpunkt des Verf. naturgemäfs nur schlecht zugänglich. Die Erörterung des Entstehens von Willenscomplexen unter dem Antheil von Vorstellungen, Unlust, Lust, Furcht, Erwartung und Affecten jeder Art und Innervationen jeder Art, einschliefslich der durch dieselben hervorgebrachten Aenderung der Gemeinempfindungen, hätte Verf. die Darstellung der Entstehung höherer regulirender Centren und überhaupt des eingeübteren complexeren Reagirens auf die Verhältnisse erleichtert. Das gebräuchliche physiologische Schema, das in Fig. 3 gegeben ist, hätte, als selbst des Verständnisses bedürftig, zu analytisch-genetischer Darlegung der Willensverhältnisse führen müssen, zumal dies dem energetischen Standpunkte des Verf. nahe liegt.

Die Darlegung der Verhältnisse der Vorstellung und der willkürlichen Lenkung innerhalb derselben hätte durch weiteren Anschlufs des Verf. an Stout die Anregung zur Heraushebung der sich ergebenden Fragestellungen finden können. Andererseits konnte die sorgfältigste Berücksichtigung der Einzelheiten der experimentellen Untersuchungen, glückliche Wahl der Beispiele und die eigene Fortführung der Analyse in strittigen Fällen weitere Aufschlüsse geben. Was hier inhaltlich fehlt, stellt allerdings fast ebensoviele Lücken der gegenwärtigen Erkenntnifs dar. Die Analyse dieser Verhältnisse, die Einordnung und Erörterung der beobachteten Thatsachen und die entsprechende Weiterführung von Versuchen bilden naturgemäfs eine nur allmählich zu lösende Aufgabe, deren Ausgangspunkt selbstverständlich nur psychologischer Art sein kann. Diese in der vorliegenden Abhandlung auch angedeutete Erkenntnifs ist aber nicht neu, sondern wird bereits häufig praktisch verfolgt, wenn auch ältere theoretische und experimentelle Versuche nur unzureichend vorgearbeitet haben. Mit der beabsichtigten Verbesserung der Methodik, die der Titel verspricht, ist es also nichts. P. Mentz (Leipzig).

G. Stanley Hall. **Some Aspects of the Early Sense of Self.** *Amer. Journ. of Psych.* 9 (3), 351—395. 1898.

Die vorliegende Abhandlung verarbeitet den Ertrag zweier Fragebogen (über die Entwickelung des Selbstbewufstseins und über Seelenvorstellungen bei Kindern), welche von etwa 1000 Personen (zum gröfseren Theil Lehrer) beantwortet wurden. Von dem physischen Selbst ziehen zuerst Hände und Finger die Aufmerksamkeit auf sich, dann Füfse und Zehen, Ohren und Nase, später Augen und Haar, Zunge und Zähne, noch später die inneren Theile: Knochen (3. bis 5. Jahr), Magen, Herz und Athmungsorgane. Das Interesse für Kleidung (hauptsächlich als Schmuck geschätzt) entwickelt sich besonders im 2. Jahre. Die Seele stellen sich die Kinder vor, entweder als einen leichten Dampf in der Gestalt des Körpers, oder als einen beliebigen Körpertheil, ein Thier, eine Blume, und manches Andere. Probleme wie die von der Realität der Aufsenwelt, von der Individualität und von der Identität der Person scheinen in manchen Kinderfragen schon durchzuschimmern. — Die Arbeit ist reich an interessanten Einzelheiten und suggestiven Bemerkungen. Heymans (Groningen).

C. E. Seashore. **Influence of the Rate of Change upon the Perception of Differences in Pressure and Weight.** *Stud. from the Yale Psychol. Laborat.* 4, 27—61. 1896.

Aenderung eines Gewichtes von 40 g bei gering hebender, aber sonst fester Lage der Hand (S. 30, 44) durch momentanes Eingreifen einer Druckwaage mit lautloser Beseitigung der Gegenbelastung und natürlich ohne Schwankung, ergab als obere Schwelle für die Wahrnehmung der Aenderung 5 bis 8 g (Tab. V). Geringere Variationen der Zeitdauer bis zu Aenderungen ergaben hier in den Zahlen keine wesentlichen Aenderungen.

Bei sehr schneller continuirlicher Aenderung mittelst hydrostatischer Vorrichtung um 66 g Zunahme per Sec. lag die Schwelle, um es hier so kurz zu bezeichnen, ebenfalls bei 6 g (Tab. VIII, IX, Abschlufsmethode

bei unregelmäſsiger Variation der Zeitlängen, wie besonders hervorgehoben sei). Bei langsamerer continuirlicher Zunahme stieg die Schwelle, um bei Weiten zwischen 30 und 5 g Zunahme per Sec. individuell verschieden auf der Höhe z. B. von 7, 10, 13, 14 g eine Zeit lang zu verweilen (Tab. VIII, IX, VI, VII, Abschluſsmethode, IV, Reactionsmethode mit schätzungsweisem Abzug der ersten der beiden Reactionen). Bei noch langsamerer continuirlicher Zunahme sank sie wieder herab, nämlich bei 6,6 bis 0,18 g Zunahme per Sec. von durchschnittlich 11 auf 5 g (Tab. VI. VII), oder nach der Reactionsmethode von z. B. 14, 17, 20 auf 2, 3, 12 g (Tab. IV).

Die Schwelle für momentane Druckänderung der Mitte des dritten Gliedes des rechten Zeigefingers bei 5 g Belastung war 0,35 g (Tab. III), also etwa wie bei den Abstufungs- und Abzählungsmethoden.

Bei sehr langsamer continuirlicher Aenderung, die hier allein und nur mittelst der Reactionsmethode untersucht wurde, sank die Schwelle, um es so hier kurz zu bezeichnen, bei 6,6 bis 0,18 g Zunahme per Sec. von z. B. 6, 9, 12, 15 g bis auf 2, 3, 5, 6 g (Tab. I, Reactionsmethode).

Hinsichtlich der psychologischen Verhältnisse, welche durch diese Modificationen der gebräuchlichen Messungsmethoden eigentlich gemessen wurden, bleibt man ziemlich im Unklaren, und es sollte in dieser Richtung genauer in der Analyse auch durch entsprechende Aenderung der Versuchsbedingungen vorgegangen werden.

Bei so zu sagen streng momentaner Aenderung scheint der physiologische Choc mitzuwirken, jedoch bei nicht zu langer Andauer des ersten Reizes und nicht zu hoher Intensitätslage des zweiten die Unterschiedsempfindlichkeit etwas zu erhöhen, während bei den gebräuchlichen Messungsmethoden die Fortdauer des ersten Reizes im Groſsen und Ganzen nur psychisch ist, nämlich nur unter Ausnahme simultaner Reizung gewisser Sinnesflächen, welche hierzu von Natur geeignet sind, dadurch aber wiederum eine Aufmerksamkeitsvertheilung und dadurch etwas ungünstigere Bedingungen schaffend. Diese Versuche sollten auch auf längere Dauer des ersten Reizes, sowie höhere Intensitätslagen der Kenntniſs der entsprechenden Wirkungen wegen ausgedehnt werden.

Bei sehr raschen continuirlichen Aenderungen ist die Wirkung wahrscheinlich eine ähnliche, und die Wahrnehmung und Urtheilsabgabe wahrscheinlich eine verhältniſsmäſsig unmittelbare. Letzteres scheint jedoch bei langsamerer Aenderung mehr und mehr zurückzutreten und deswegen eben gröſsere Unterschiede zu fordern. Bei sehr langsamen Veränderungen muſs die Wahrnehmung mehr und mehr eine mittelbare werden, und nur mit Hülfe der Reproduction früherer Stadien, insbesondere des Anfangsstadiums zu erreichen sein, sofern hier wie in den vorliegenden Versuchen Successivität, statt wie es z. B. bei Lichtreizen möglich ist, verhältniſsmäſsige Simultaneität angewandt wird.

In Folge der durch sehr langsame Aenderung bedingten längeren Dauer des ersten Reizes werden periphere und centrale Abstumpfung und möglicherweise auch die Aufmerksamkeitsschwankungen, wenn auch letztere nur in scheinbarer Abnahme des Reizes, auf den eigentlichen Versuch störend wirken. Auſserdem macht sich, wie bei Schwellenversuchen jeder Art, sicherlich eine wachsende Erwartung bemerklich, welche physiologisch

und auch psychologisch wachsende Erregung herbeiführt, deren Wirkungsbereich doch noch nicht genau genug untersucht ist.

Bei sehr langsamer Veränderung mufs es auch möglich sein, sich die Anfangsintensität besser einzuprägen, als dies bei schneller Veränderung der Fall ist, wo ein Theil der Veränderung der Versuchsperson psychisch entgehen mag, vorausgesetzt, dafs die Veränderung nicht zu schnell ist.

Die Versuchsbedingungen sind also, wie diese Ueberlegungen zeigen, wahrscheinlich ziemlich complicirte, und es ist nicht ohne Weiteres möglich, den Wirkungsbereich der einzelnen Factoren genauer für den jeweiligen Fall zu bestimmen.

Wichtig wären daher folgende Versuche: erstens solche mit höheren Intensitäten, welche jedenfalls eine Verschiebung der Versuchsbedingungen und wahrscheinlich auch der Verhältnisse der Curve ergeben werden, abgesehen von sehr starken Intensitäten, bei denen die Verhältnisse überhaupt andere sein könnten. Sodann mag unmittelbar nach geschehener Aussage eine Vergleichung mit versuchsweise hergestellten einfachen Reizdifferenzen verschiedener Höhenlage gegeben werden. Schliefslich eine solche übermerklicher Aenderungen beliebiger Gröfse mit ebensolchen entsprechenden Aenderungen. Auch die Selbstbeobachtung der Versuchspersonen bei entsprechender Wiederholung derselben Reihe mufs, namentlich als unmittelbare Vergleichung rascherer und sehr langsamer Aenderungen ausgenutzt werden.

Der objective Zeitaufschub der continuirlichen Veränderung von 1,10 g per Sec. ergab übrigens nach Nebenversuchen der vorliegenden Arbeit dieselbe anscheinende Zunahme der Unterschiedsempfindlichkeit (um es hier so kurz auszudrücken), wie die Verlangsamung der subjectiven Möglichkeit, eine Aussage zeitlich zu machen, lediglich durch Verlangsamung der Aenderungsgeschwindigkeit von 6,6 bis auf 0,18 g per Sec. (Tab. II). Ob dies nur eine zahlenmäfsige Uebereinstimmung ist, oder bereits die volle Erklärung für die letztere Erscheinung enthält, mufs natürlich dahingestellt bleiben. Verf. neigt zu dem Letzteren, nimmt also ein relatives Gleichbleiben der Bedingungen der Schätzung an, worüber sich natürlich ohne Hinzuziehung günstig gelegener Selbstbeobachtungen nichts aussagen läfst. Doch schliefst Verfasser die psychologische Veränderung der Versuchsbedingungen in anderer Richtung auch nicht geradezu aus, da er von verschiedener Aufmerksamkeitsvertheilung, wie es scheint im Sinne der obigen Erörterungen, spricht. Auf jeden Fall geben also derartige Versuche Gelegenheit zu weiteren Feststellungen, während die Anwendung regelmäfsiger Variation derartige Nebeneinflüsse wahrscheinlich zum Theil ausschliefst. Sogar die Kenntnifs der physikalischen Versuchsbedingungen des Apparates, die Verf. ebenfalls als von Einflufs hält, müfste in entsprechenden Parallelversuchen gerade über den psychologischen Thatbestand Auskunft geben können. Die Anwendung einer fast vollständig unwissentlichen Methode, wie in der vorliegenden Arbeit, mag den Unterschied der Werthe möglicherweise derartig in einseitiger Weise bedingen, oder doch beeinflussen.

Wenn Verfasser die scheinbare Erhöhung der Empfindlichkeit oder der Unterschiedsempfindlichkeit mit zunehmendem Aufschub des zweiten Reizes bei Anwendung der Abstufungsmethoden (bis zu einer gewissen Grenze hin) als das Ergebnifs früherer Versuche anführt, so sei als ebenfalls hergehöriger Fall das ähnliche Ergebnifs einseitiger Anwendung der Methode der mittleren Abstufungen erwähnt. Durch Zeitaufschub des zweiten oder dritten Reizes oder durch Herstellung gröfserer räumlicher Distanz innerhalb nur eines Reizpaares (Pigmentscheiben) wird nach Versuchen des Ref. jenseits einer gewissen Differenz diejenige Reizdistanz bezw. das Reizverhältnifs entsprechend überschätzt, welche durch die zeitlich oder räumlich erweiterte Distanz dargestellt werden.

Der letztere Versuch deckt auch mittelbar die Bedingungen der früheren auf, denn es wird nicht gleichgültig sein, ob im vorhergehenden Falle ähnliche Versuche bereits vorausgegangen sind, oder aber mit dem Reize qualitativ gewechselt wird. Derartige Fehlschätzungen sind extremere Fälle der Irrthümer der Zeit- und Raumlage, um hiermit den äufseren Anlafs für die Aenderung der psychologischen Bedingungen kurz zu bezeichnen.

P. Mentz (Leipzig).

C. E. Seashore. **Weber's Law in Illusions**. *Stud. from the Yale Psychol. Laborat.* 4, 62—68. 1896.

James F. Rice. **The Size-Weight Illusion among the Blind**. *Ebenda* 5, 81—87. 1897.

Man hätte nichts dagegen, wollte man die Unterschiedsschwelle für Gewichtstäuschung durch Gröfsenverschiedenheit mit der Unterschiedsschwelle bei Gröfsengleichheit und bei äufserlicher Veränderung in Verbindung bringen, um eine Vergleichung zu gewinnen. Man messe die Letztere durch blos innerliche Veränderung des zweiten Gewichtes. und sodann durch äufsere (Zulegen z. B. von Eisenfeilspänen), und messe ferner diejenige Veränderung der Gröfse (bei einem ausziehbaren Gewicht), welche eben die anscheinende Verschiedenheit des Gewichtes hervorbringt. Es wäre immerhin wichtig dies für verschiedene Anfangsgröfsen festzustellen. Ob es jedoch selbst nach solchen Versuchen möglich wäre, den Betrag der Unterschätzung oder Ueberschätzung bei stärkerer übermerklicher Verschiedenheit der Gröfse mit demjenigen der eben merklichen Verschiedenheit bei äufserlicher Gröfsengleichheit in Beziehung zu bringen, und hieraus die Frage entscheiden zu wollen, inwiefern und ob die zufällige Gröfse und die Gröfsenverschiedenheit auf Feststellungen der Unterschiedsschwelle der Schwere Einflufs hat, mufs dahingestellt bleiben.

Dieses Letztere unternimmt aber Verf. der erstgenannten Arbeit, und zwar ohne jene Vorversuche, und auch mit schlechtem Erfolge. Bei Versuchen mit Täuschungsgewichten findet man, dafs die Gegenwart des Gesichtsbildes und damit auch der Einflufs der Erwartung, das eine leichter und das zweite schwerer zu finden, bei vielen Versuchspersonen etwas fluctuirt. Damit fluctuirt auch die Wahrnehmung, dafs man das eine schwerer, das andere leichter findet, als man erwartet und als man sich vorbereitet hat, und hiermit die Täuschung selbst. Bei sehr häufiger wiederholter Hebung kann sogar, wenn die Versuchsperson sich völlig auf

genaue Feststellung der Schwere concentrirt, das anfängliche Gesichtsbild und damit die Täuschung ganz zurücktreten, und es ist nicht ausgeschlossen, dafs dieses auch bei normalen Gewichtshebungen mehr oder minder eintritt. Aufserdem sind aber die Verhältnisse im letzteren Falle durchaus andere, da gröfsere Verschiedenheiten der Gröfse wohl nur ausnahmsweise in Betracht gekommen sind und daher auch die Contrastlage eine durchaus andere ist.

Die unglaublich unregelmäfsigen Zahlen, welche Verf. für die Unterschiedsschwelle erhält, sind wohl den Mängeln der Versuchspersonen und einer genaueren Anweisung hinsichtlich des Verhaltens, oder Mängeln der Ausführung zuzuschreiben. Unerläfslich wäre hier gewesen, von der sicher merklichen Verschiedenheit zu der eben merklichen auch als Bestimmung beider fortzuschreiten, um die Quellen der Verschiedenheiten aufzudecken, wie denn überhaupt die eben merkliche Verschiedenheit nur als Product der Uebung für die jeweiligen Fragen aufgefafst werden darf und man auch nach geschehener Uebung durch Vexirversuche, Wiederholung derselben Reihen ohne Vorwissen der Versuchspersonen und Vergleichung der Resultate der verschiedenen Versuchspersonen für dieselben Versuchsfragen sich unausgesetzt auf dem Laufenden erhalten mufs. Aus derartig hin- und herschwankenden Zahlen ein summarisches Zahlenergebnifs ziehen zu wollen, wird Jeder bei genauerer Durchsicht für nicht erlaubt halten. Angesichts dieser Sachlage soll auf die weiteren Ueberlegungen nicht eingegangen werden.

Die Gewichtstäuschungen finden, wie die folgende Arbeit feststellt, auch bei von Geburt an Blinden statt, wenn ihnen die Kenntnifs der Gröfsenverhältnisse durch entsprechende Anordnung vermittelt wird. Dies war nach der früheren Untersuchung von Seashore über den Einflufs der verschiedenen Arten der Wahrnehmung der Gröfsenverschiedenheit auch zu erwarten. P. Mentz (Leipzig).

J. Piltz. **Ueber Aufmerksamkeits-Reflexe der Pupillen.** *Neurol. Centralblatt* (1), 14—17. 1899.

Die von Brücke und Bechterew beobachteten Fälle einer willkürlichen Pupillenerweiterung sprechen für das Bestehen naher Beziehungen zwischen der Gehirnrinde und dem Centrum für die Pupillenerweiterung. Die durch das Angstgefühl ausgelöste Pupillenerweiterung beweist ebenso den Einflufs der Hirnrinde wie auch die Beobachtung Haab's, dafs bei Concentrirung der Aufmerksamkeit auf ein in der Peripherie liegendes helles Object, ohne Aenderung der Blickrichtung, sich die Pupillen verengern.

P. fand nun, dafs sich die Pupillen erweitern bei Lenkung der Aufmerksamkeit auf einen dunkleren Gegenstand; er combinirte seine Versuchsanordnung mit der von Haab: brachte er auf die eine Seite vom Untersuchten einen hellen, auf die andere einen dunklen Gegenstand, so trat eine Pupillenverengerung bezw. Erweiterung ein, je nachdem der Untersuchte an den hellen bezw. dunklen Gegenstand dachte.

Einmal sah P. mehrere hintereinander auftretende Pupillencontractionen bei einem Versuchsobject, während es intensiv seine Aufmerksamkeit auf den Gegenstand richtete; der Untersuchte berichtete nachher, er habe sich mehrmals bemühen müssen, seine Aufmerksamkeit zu concentriren, da sie zu erlahmen gedroht habe.

Schon die bloſse, lebhafte Vorstellung eines dunklen Objects oder der Dunkelheit überhaupt genügte zur Herbeiführung einer Pupillenerweiterung. Weniger leicht gelang die intensive Vorstellung eines hellen Lichts, die von einer Pupillenverengerung begleitet war. Vorstellungen von bezüglich der Lichtintensität indifferenten Gegenständen lassen die Pupillen unverändert. Die durch die bloſse Vorstellung hervorgerufenen Pupillenschwankungen sind weniger groſs als diejenigen, welche die Lenkung der Aufmerksamkeit auf einen hellen oder dunklen Gegenstand nach sich zieht. Die Pupillenerweiterung vollzieht sich im Allgemeinen etwas langsamer als die Verengerung.

Daſs auf starke Muskelanstrengungen eine Pupillenerweiterung folgt, ist schon von anderen, u. A. von Landois beobachtet; nach P. hat den gleichen Effect schon die Vorstellung einer Muskelanstrengung, auch wenn die Respiration keine Aenderung erleidet.

Mit diesen Ergebnissen stimmt nicht recht überein die Beobachtung, daſs bei Hypnotisirten die Suggestion eines hellen Lichts keine Pupillenverengerung herbeiführt. Schlieſslich weist P. an der Hand seiner Untersuchungen darauf hin, daſs Heddaeus Unrecht hat, wenn er die von Haab beschriebene Pupillenverengerung als Folge einer unbewuſsten Aenderung der Accommodation auffassen will. E. Schultze (Bonn).

C. H. Judd. **An Optical Illusion.** *Psychol. Rev.* 5 (3), 286—294. 1898.

Zwei sich kreuzende, horizontal in verschiedener Tiefe ausgespannte Fäden erzeugen, bei binocularer Betrachtung von oben herab, die Illusion eines dritten Fadens, welcher die beiden ersten verbindet. Der Verf. nimmt an, daſs monocular keine Tiefenunterscheidung stattfinde; wird dieselbe durch die binoculare Betrachtung eingeführt, so entsteht, da die mit je einem Auge wahrgenommenen Kreuzungspunkte nicht zusammenfallen, ein Conflict, welcher durch die scheinbare Abbiegung eines Fadens von einem noch dem anderen wahrgenommenen Kreuzungspunkte seine Lösung findet. Mit der Ansicht, daſs dem monocularen Sehen das Vermögen der Tiefenunterscheidung überhaupt abgeht, stimme auch die bekannte Erfahrung überein, daſs bei monocularer Betrachtung Gegenstände hinter dem Accommodationspunkte sich zu verkleinern scheinen; denn diese Erfahrung beweise (nach Stumpf), daſs der jeweilige Accommodationszustand den gemeinsamen Maaſsstab für die Beurtheilung der Entfernung aller Gegenstände im monocularen Gesichtsfeld abgiebt. Heymans (Groningen).

W. Einthoven. **Eine einfache physiologische Erklärung für verschiedene geometrisch-optische Täuschungen.** Pflüger's *Archiv* 71, 1—43. 1898.

Photographirt man eine Müller-Lyer'sche Figur in allmählich wachsenden Zerstreuungskreisen, so stellen sich die Endpunkte der Strecken als

Flecken dar, deren Schwerpunkte eine der Täuschung entsprechende ungleiche Entfernung von einander haben. Aehnliches findet nach dem Verf. statt beim Sehen der ursprünglichen Figur: in Folge der Lichtzerstreuung und der geringeren Empfindlichkeit der Netzhautperipherie werde der gröfste Theil derselben undeutlich gesehen; indem man sich aber bei der Ortsbestimmung der Endpunkte durch die Schwerpunkte ihrer Netzhautbilder führen lasse, entstehe die Illusion. Aus dem nämlichen Princip werden auch die Ueberschätzung getheilter Distanzen, die Poggendorff'sche und die Zöllner'sche Täuschung, die scheinbare Abplattung eines Kreises mit eingeschriebenem Quadrate u. A. hergeleitet. Schliefslich weist der Verf. nach, dafs die in Bezug auf die Müller-Lyer'sche und die Poggendorff'sche Täuschung vorliegenden quantitativen Bestimmungen zum Theil seine Theorie bestätigen, zum anderen Theil wenigstens derselben nicht widersprechen. Heymans (Groningen).

A. H. Pierre. **The Illusion of the Kindergarten Patterns.** *Psychol. Rev.* 5 (3), 233—253. 1898.

Die von Münsterberg als „verschobene Schachbrettfigur" bezeichnete, auch bei gewissen Fröbel'schen Flechtwerken mit grofser Intensität auftretende Täuschung ist nach dem Verf. nicht, wie Ref. vermuthet hatte, mit der Zöllner'schen und Loeb'schen Täuschung verwandt, sondern mit Münsterberg auf Irradiationswirkung zurückzuführen. Die zur Begründung dieses Satzes angeführten und durch Figuren erläuterten qualitativen Versuche sind nicht alle gleich überzeugend; am interessantesten ist die Mittheilung des Verf., dafs die durch stereoskopische Verbindung der beiden Hälften gewonnene Münsterberg'sche Figur keine Täuschung erkennen lasse. Die hinzugefügten quantitativen Versuche beweisen hauptsächlich, dafs bei verminderter Lichtstärke (Wahrnehmung durch ein feines Loch, durch graue oder farbige Gläser u. s. w.), die Täuschung eine Abnahme erleidet; das Gleiche findet bei momentaner Beleuchtung, bei Verstärkung der Mittellinie und bei Verwendung weifser Quadrate auf schwarzem Hintergrunde statt. Alle diese Ergebnisse werden vom Verf. im Sinne der Irradiationshypothese gedeutet. Heymans (Groningen).

M. Matsumoto. **Researches on Acoustic Space.** *Stud. from the Yale Psychol. Laborat.* 5, 1—75. 1897.

E. W. Scripture. **On Binaural Space.** *Ebenda* 5, 76—80. 1897.

E. W. Scripture. **Principles of Laboratory Economy.** *Ebenda* 5, 93—103. 1897.

Bei dieser sorgfältigen Untersuchung der binauralen Localisation wurden theilweise leichte Hammerschläge auf Metall, theilweise telephonische Knalle in symmetrischer oder nicht symmetrischer Orientirung bei Anwendung von zwei Telephonen verwendet. Die Versuchsperson safs centrisch in einem aus Meridianen und Parallelkreisen bestehenden Gestell, deren 26 Schnittpunkte den Ort der Reizung darstellten, und meist noch innerhalb eines gröfseren kubischen Filzkastens, um unregelmäfsige Reflexion an den Zimmerwänden zu vermeiden. Die Intensität der Telephonknalle wurde durch Anschlufs an die beiden Spiralen eines Schlitten-

inductoriums variiert. Dieselbe hätte jedoch auch durch Vergleichung mit Fallhöhen genauer bestimmt werden sollen.

Die Entstehung von Resultanten z. B. auch als endokephalische Localisation, auch Wanderung derselben, die Symmetrielagen der Verwechselungen an sich und die Gelegenheit zu zweideutiger Resultantenbildung, sowie überhaupt die gesammten Fehlerverhältnisse (z. B. völlig rechts und links werden niemals verwechselt) lassen die Beziehung der Schalllocalisation theoretisch nur auf den Gesichts-, Bewegungs- und Tastraum zu. Auch die Schätzung der Entfernung der Reizquelle in arithmetischem Fortschritt bei geometrischer Intensitätsänderung des physikalischen Reizes (welche auch ohne Ortsveränderung hätte hergestellt werden sollen) ist durch Beziehung auf den Bewegungs-, Tast- und Gesichtsraum am ehesten zu erklären. Abgesehen von der physikalischen und individuellen Verschiedenheit der Intensitäten in den beiden Ohren (und abgesehen von der unmittelbaren Erfahrung durch Bewegung, was man jedenfalls hinzufügen mufs) nimmt Verf. die Kopfbewegungen und Augenbewegungen, um z. B. seitliche Objecte in die Blicklinie zu bringen, als Mittelglied der räumlichen Einordnung der Schallwahrnehmungen an.

Die Mitwirkung von Berührungsempfindungen des Trommelfells wird wegen Schmalheit des Ohrkanals abgelehnt, da diese keine Druckdifferenzen zulasse. Die Mitwirkung der Bogengänge (Preyer) könnte nur für die seltenen Fälle directer Schädelleitung (Berührung, Wasser) angenommen werden. Sonst aber fehlt die Möglichkeit einer Verschiedenheit der Fortleitung. Letztere Ueberlegung ist übrigens auch genetisch interessant.

Im Anschlufs hieran giebt Scripture den Versuch einer mathematischen Formulirung der Beziehung der Localisation zu den physikalischen Intensitätsverschiedenheiten der beiden Ohren, auf Grund hypothetischer Vereinfachung der Verhältnisse, und im letztgenannten Artikel Rathschläge über Einrichtung von Laboratorien und zweckmäfsige Verwendung vorhandener Geldmittel. P. Mentz (Leipzig).

J. Rehmke. **Aufsenwelt und Innenwelt, Leib und Seele.** Rede. Greifswald, Abel 1898. 48 S.

Der Verf. setzt voraus, dafs Psychisches und Physisches, Innen- und Aufsenwelt, uns als zwei besondere Stücke unserer Wirklichkeit in gleicher Weise ursprünglich und unmittelbar gegeben seien; abweichende Ansichten werden zwar als „Geistesverrenkungen“, „papierne Ungedanken“ u. dgl. qualificirt, aber nicht widerlegt. Aus jener Voraussetzung wird, formell ganz richtig, abgeleitet, dafs es ebenso unmöglich ist, Physisches als eine besondere Bestimmtheit des Psychischen, wie Psychisches als eine besondere Bestimmtheit des Physischen zu begreifen; sodann der Spinozismus (mit welchem der Verf. den modernen Monismus zusammenwirft) mit den üblichen Gründen bekämpft, und schliefslich gefolgert, dafs nur eine dualistische Wechselwirkungtheorie die vorliegenden Thatsachen erklären könne. Selbstverständlich werden die „Geistesverrenkten“, denen eben Physisches niemals anders als durch Psychisches gegeben war, sich zur Einsicht in die Stichhaltigkeit dieses Beweises nicht aufzuschwingen vermögen. Heymans (Groningen).

L. DUGAS. **Un cas de dépersonnalisation.** *Rev. philos.* 45 (5), 500—507. 1898.
B. LEROY. **Sur l'illusion dite dépersonnalisation.** *Rev philos.* 46 (8), 157—162. 1898.
L. DUGAS. **Dépersonnalisation et fausse mémoire.** *Ebenda* (10), 423—425. 1898.

Die genannten 3 Abhandlungen enthalten eine Fortsetzung der Beobachtungen und eine Klärung der Ansichten über 2 psychische Zustände, welche, wie der Traumzustand, im Allgemeinen dem Mittelgebiet zwischen dem Normalen und Pathologischen angehören. Schon in früheren Jahren hatten sich verschiedene Psychologen wie M. RIBOT, TAINE, KRISHABER, LALANDE, KRAEPELIN, LEMAÎTRE, VAN BIERVLIET, VIGNOLI, DUGAS u. A. in Theorien darüber versucht. Von dem letztgenannten Forscher ist das Problem neuerdings wieder aufgenommen und in feinerer Unterscheidung behandelt worden.

DUGAS giebt zunächst eine ausführliche Analyse des Zustandes der Depersonnalisation im Allgemeinen. Er behauptet, dafs geeignete Worte fehlen, um diesen Zustand zu kennzeichnen: Ihn als Traum zu bezeichnen ist nicht zutreffend, denn das Subject fafst die Wirklichkeit als Hallucination auf, während der Träumende seine Hallucinationen als Wirklichkeit auffafst. Aufserdem finden wir im Traumzustand vorherrschend schwebende und unbestimmte Bilder, confuse Urtheile, widersprechende Schlüsse, er ist der Wahrheit und Wahrscheinlichkeit entgegengesetzt, während in dem Zustande, um den es sich hier handelt, die Empfindungen und Erinnerungen klar und bestimmt, der Wirklichkeit entsprechend, die Gedanken selbst logisch sind. Dagegen erscheinen die vom Individuum gewonnenen Erfahrungen und Schlüsse, so wohlbegründet sie auch sein mögen, dem Individuum nicht annehmbar. Dort haben wir Affirmation, hier Zweifel. Doch ist es kein eigentlicher Zweifel, sondern die Dinge erscheinen dem Subject nur fremd. Letzteres steht seinen eigenen Bewegungen, Worten, Handlungen als uninteressirter Zuschauer gegenüber. Trotzdem bekämpft er die falschen Ansichten, zu denen ihn sein Zustand verleiten könnte. Also die Thätigkeit der Hemisphären ist normal. Auch die Empfindungen sind nicht beeinträchtigt, sie haben vielmehr eine ungewohnte, wenn auch keine abnorme Intensität und Schärfe. Eine Eigenthümlichkeit des Phänomens bildet der Umstand, dafs dem Subject seine eigene Stimme nicht als die seinige vorkommt, sie scheint von aufsen zu ertönen. Dasselbe gilt, wenn auch in geringerem Grade, von seinen Handlungen. Die Subjecte handeln automatisch, gleichwie aus fremden Antrieben. Der wesentliche Zug und die eigentliche Ursache der Depersonnalisation ist die affective und intellectuelle Apathie. Diese Apathie ist aber weder Inaction noch Unfähigkeit zu handeln. Ferner die Einzelheiten gewinnen die Oberhand über das Ganze, es findet keine Wahl statt zwischen den Bildern noch Elimination der überflüssigen Einzelheiten. Die Seele, welche leer ist von Gedanken oder vielmehr von Emotionen, ist geeignet, die banalsten Dinge, die heftigsten und bestimmtesten Emotionen zu empfangen. Die Visionen werden accentuirter und lebhafter, die Stimme des Subjects erscheint ihm ebenfalls accentuirter und vibrirender. Das Nachdenken tritt zurück.

Der Vorgang der Depersonnalisation ist also folgender: Apathie, Auflösung der Aufmerksamkeit, Aufkommen der automatischen Thätigkeit, Auffassen dieser Thätigkeit seitens des Subjects als einer ihm fremden.

Ein gewisser A. flüchtete sich in solchen Zuständen in die Vergangenheit und zweifelte an der Gegenwart, ein gewisser M. dagegen ging in der Gegenwart auf und zweifelte an der Vergangenheit. Bei M. tauchten die Erinnerungen anfangs noch als Erlebnisse eines Anderen auf, je kränker er wurde, um so mehr trennten sich die alten Erinnerungen von den neuen. Schliefslich wurden alle Erinnerungen in Zweifel gezogen, je mehr sie mit den jeweiligen Empfindungen in Widerspruch traten, er zweifelte sogar an den Erinnerungen, welche den Empfindungen unmittelbar folgten. M., welcher durch den geschilderten Zustand seinen Gefühlen und Erinnerungen entfremdet war, wurde davon geheilt durch Gewöhnung an regelmäfsige Arbeit.

Eine Ergänzung der Ausführungen Dugas versucht Leroy durch Aufstellung einer Klassification. Auf Grund von 65 Antworten, welche er mit Hülfe eines Fragebogens erzielte, glaubt L. folgende 4 Typen unterscheiden zu können:

1. Die Wirklichkeit wird traumartig, Alles erscheint wie mit einem Schleier bedeckt, 2. der „Kranke" fühlt sich isolirt, von der Aufsenwelt wie durch eine unsichtbare Wand getrennt. Mancher empfindet eine moralische Trennung von der Aufsenwelt, 3. dem Subject kommen die eigenen Handlungen als fremd und unerwartet vor. Die Individualität theilt sich in zwei, von denen die eine nur handelt, die andere dagegen die Handlungen sieht und die zugehörigen Gefühle empfindet, 4. der vollständige Typus ist derjenige, wo das Subject sich allen seinen Perceptionen, Handlungen, Erinnerungen gegenüber als fremd fühlt. Ein gewisser N. hatte diesen Zustand manchmal, wenn er ermüdet war und dabei eine Unterhaltung pflog, z. B. nach einem reichlichen Mahle. Eine kurze Zeit hindurch kamen ihm die Dinge abnorm vor, desgleichen seine eigene Stimme, seine Ueberlegungen und Gedanken erschienen ihm unerwartet. — Verf. nimmt an, dafs die „sensoriellen Perversionen" nicht den Ausgangspunkt, sondern die Folge des Zustandes bilden. Gleichzeitig mit dem falschen Wiedererkennen der Dinge fühlt sich die Person als doppelt. Der Automatismus hat nach L. seinen Grund in physiologischen Vorgängen.

Noch eine weitere Unterscheidung wird von Dugas constatirt. Im Zustande der Depersonnalisation trennt das Subject seine gegenwärtigen bezw. vergangenen Zustände von sich. Im Zustande der Paramnesie dagegen verbindet das Subject seine Eindrücke, welche ihm zu entwischen drohen, durch ein imaginäres Band mit sich. Also beide Erscheinungen sind von einander zu trennen. Die „sensoriellen Perversionen" bilden nicht die Folge der Depersonnalisation, sondern beide Erscheinungen sind von einander unabhängig und haben als gemeinsame Ursache eine Intoxication, welche das ganze Gehirn ergreift und ganz besonders die visuellen Centren afficirt. Ein gewisser M. constatirte eine Abhängigkeit des Auftretens des Phänomens vom Genufs von Kaffee. Ferner liegt nach D. nur der Eindruck einer Verdoppelung der Persönlichkeit, keine wirkliche Verdoppelung vor.

Referent hat mehrfach solche Zustände erlebt und zwar immer bei seelischer Ermüdung, welche durch ein Uebermaafs äufserer Eindrücke, durch lange Spaziergänge, durch eine Ueberfüllung des Magens u. s. w. hervorgerufen worden war. Die Ermüdung hatte eine Verlangsamung des Processes der Identificirung der äufseren Eindrücke durch die gesetzten Spuren des Vorstellungsschatzes zur Folge. Den eigentlichen Ausgangspunkt des Zustandes jedoch bildete jedesmal die Wahrnehmung von etwas besonders Absonderlichem. Das damit verbundene Gefühl des Contrastierenden zog eine Art von Betäubung nach sich. Ich empfand im ersten Moment ein bedeutendes Zurücktreten meines Bewufstseinsinhalts. Auch in den darauf folgenden Augenblicken blieb die Betäubung bis zu einem gewissen Grade bestehen. Dabei hörte ich alles akustisch Wahrnehmbare nur noch ganz leise, das äufsere Gesichtsfeld verengte und verschleierte sich, meine Handlungen setzte ich, wenn auch in einer dem jeweiligen Bedürfnifs angepafsten Weise, nur noch mechanisch weiter fort. Meine Sinnesperception sowohl als meine Willensthätigkeit waren nur noch ein automatisches Spiel, während ich selbst mich diesem Spiel gegenüber als unthätiger Zuschauer fühlte. Genau entsinne ich mich namentlich eines Falles: Ich safs nach einer reichlichen Abendmahlzeit im Local eines Kirchengesangvereins, dessen Mitglied ich war, mitten unter den eifrig sich unterhaltenden Herren, während die Damen des Vereins unter Leitung des Dirigenten eine geistliche Motette einübten. Plötzlich sang der Dirigent etwas den Damen vor, wobei seine Stimme einen hohlen Klang angenommen hatte. Das Ungewohnte dieser Stimme überraschte mich und rief eine Art von Betäubung in mir hervor. Ich sah von der Umgebung nichts weiter als nur noch den Dirigenten, ich hörte nichts weiter als seine hohle Stimme. Die Phantasie spiegelte mir auf Momente eine andere Umgebung vor. Der Dirigent erschien mir als Mönch in einer spanischen Klosterkirche singend. — Nur weitere fortgesetzte Beobachtungen werden allmählich eine Klärung des Problems herbeiführen. Giessler (Erfurt).

V. Egger. **Le souvenir dans le rêve.** Note. *Rev. philos.* 46 (8), 154—157. 1898.
P. Tannery. **Sur la paramnésie dans le rêve.** Note. *Ebenda* (10), 420—423. 1898.

Die Abhandlungen bilden eine Fortsetzung des Streites darüber, ob gewisse Erinnerungen innerhalb des Traumes, für welche man im wachen Leben keine Anhaltepunkte findet, auf Erlebnisse in früheren Träumen zurückzuführen seien, oder ob es Paramnesien sind.

Egger berichtet über zwei Träume: In dem ersten trifft er einen ihm unbekannten Mann in einem Omnibus. Eine innere Stimme sagt ihm, dafs dies Gambetta ist, obwohl ihm das Portrait des Letzteren sehr wohl bekannt war. Einige Tage zuvor hatte ihm ein Bewunderer des Gambetta von dessen Charakter und seiner grofsen politischen Rolle erzählt. In dem zweiten Traume, den er auf der Seite liegend träumte, gelangt er während eines Spazierganges vor eine ihm unbekannte, verschlossene Thür und sagt sich, dafs dies die Thür sei, hinter welcher er eine Operation an der Schulter durchgemacht habe. In Wirklichkeit aber war er nur als Zuschauer vor 7 Jahren bei einer solchen Operation zugegen gewesen. Verf. behauptet,

dafs dies 2 Fälle von Paramnesie seien. Im Traume, wo das Absurde herrsche, und wo unsere psychischen Functionen überhaupt gestört seien, gehörten die falschen Erinnerungen zur Regel, die exacten Erinnerungen dagegen zu den Ausnahmen. Er verwirft daher die Theorie TANNERY's, wonach die beiden erwähnten Träume Anspielungen an Ereignisse in früheren Träumen enthalten würden. —

TANNERY erwidert, dafs seine früheren Behauptungen nur für ihn selbst und für ähnliche Individuen Geltung haben. Er hält überhaupt nichts von allgemeinen Gesetzen über den Traum, sondern nur von empirischen Gesetzen für bestimmte Temperamente, bestimmte seelische Constitutionen. Verf. fügt hinzu, dafs in dem Traume EGGER's über die Schulteroperation die sogenannte Erinnerung wahrscheinlich eine Folge der innerlich gesprochenen Aussage sei. Denn im Traume bestehe kein fester Zusammenschlufs der verschiedenen Gehirnorganismen, das Gedächtnifs habe in diesem Falle nicht sogleich gegen den automatischen Vorgang reagiren können. Bei dem Traume über Gambetta standen die Organismen für Vorstellungsbildung und für das visuelle Gedächtnifs in unvollkommener Communication. In Folge dessen wurde ein falsches Bild substituirt. Jedoch liegt hier keine eigentliche Paramnesie vor.

Nach den Erfahrungen des Referenten operiren die meisten Träume mit Situationen, Ereignissen und Persönlichkeiten, welche dem Träumenden unbekannt sind. Hier findet also überhaupt kein Wiedererkennen statt. Das Traumgedächtnifs ist nicht geeignet für präcise Reproductionen aus dem wachen Leben, weil der Zusammenschlufs der Zustände des Organismus im Traum gelockert ist. Wirkliche Erinnerungen, in denen man ohne ein Gefühl des Zweifels glaubt, das Gesehene schon einmal erlebt zu haben, kommen im Traume — wie ich schon in einer früheren Kritik über diesen Gegenstand behauptet habe — nur selten vor. Wo sie nämlich vorkommen, sind sie aus dem vorhin erwähnten Grunde weniger auf Ereignisse im wachen Leben, viel eher auf Ereignisse in früheren Träumen zurückzuführen. Da nun die Traumphantasie in Folge der fast in jedem Traume anders gearteten Combination der mitwirkenden Organe fast immer neue Dichtungen vollzieht und nur selten wieder in frühere Bahnen geräth, so wird auch die Möglichkeit einer wirklichen Erinnerung gewaltig reducirt. Trotzdem kommen solche vor. Ich selbst träume öfters von einem mir unbekannten Eisenbahntunnel, bei dessen Passiren ich gewöhnlich von einem Schnellzug überrascht werde. Ich stelle mich dann jedesmal in eine Mauernische und lasse den Zug vorüberfahren. Desgleichen träume ich öfters von einem mir unbekannten hohen Berge, von dem aus ich auf das am Fufse des Berges befindliche, weifslich schimmernde Thor eines mir unbekannten Eisenbahntunnels blicke. In jedem folgenden Traume erkenne ich die Wiederholung früherer. Die wiederholte Wiederkehr desselben Traumes ist in beiden Fällen auf den Umstand zurückzuführen, dafs ich selbst in der Nähe einer Eisenbahnlinie wohne, welche mit einem den Stadtwall durchdringenden Eisenbahntunnel mit weifslich schimmerndem Einfahrtsthor endigt. Das Vernehmen des lange anhaltenden Geräusches der nächtlich vorüberfahrenden Schnellzüge mochte wohl den sinnlichen Ausgangspunkt gebildet und das Hinleiten des Vorstellungsverlaufes in die

betreffenden Bahnen bewirkt haben. Paramnesien erfolgen im Traume ebenso wie im Wachen mit einem Grad von Zweifel. Sie kommen — wie ich ebenfalls in der früheren Kritik anführte — unter dem Drucke vorhandener Gedankenbewegungen und Wahrnehmungen zu Stande, und zwar durch eine Art von Einrede, welche eine scheinbar in Folge eines Defizits des Gedächtnisses nicht erkannte Beziehung dem Träumenden wieder in das Gedächtnifs zurückzurufen sucht. In Wirklichkeit wird diese specielle Beziehung erst im Traum geknüpft, höchstens hat vorher eine allgemeinere oder berührende Beziehung bestanden. Beide Träume Egger's sind meiner Ansicht nach Paramnesien und keine Substitutionen. Denn in den Fällen von Substitution übernimmt das substituirte Gebilde die Functionen des anderen, ohne dafs es selbst identificirt zu werden braucht. Die Identificirung und damit das eigentliche Erkennen der stattgehabten Substitution erfolgt sogar häufig erst nachträglich im wachen Leben. Mindestens knüpft sich im Traume an das substituirte Gebilde als solches kein Vorgang der Erinnerung. — Tannery hält nichts von allgemeinen Gesetzen über den Traum. Und doch ist auch im Traume das psychische Geschehen ganz bestimmt charakterisirt. Seinen speciellen Charakter erkennt man durch Vergleiche mit dem normalen Seelenleben, mit hypnotischen Zuständen, mit Zuständen von Geisteskrankheit, mit dem Seelenleben des Kindes u. s. w. Durch solche Vergleiche finden wir einen Bestand von Vorgängen, welche unter gewissen Bedingungen immer in derselben Weise wiederkehren und insofern etwas Gesetzmäfsiges an sich tragen. Ich selbst habe mich bemüht, einige solche Traumgesetze aufzustellen (vergl. Giessler, die physiologischen Beziehungen der Traumvorgänge, Halle 1896).

Giessler (Erfurt).

G. J. Helwig. **Die combinatorisch-ästhetische Function und die Formeln der symbolischen Logik.** 14 Seiten.

In seiner „Theorie des Schönen“ (Amsterdam 1897) hatte Helwig die ästhetische Mittelwerthshypothese aufgestellt, welche besagt, dafs es die aus den Dingen unserer Erfahrung im Geiste gebildeten Mittelwerthe seien, welche die Maafsstäbe bei der ästhetischen Beurtheilung ausmachen. Als Aufgabe der vorliegenden Arbeit betrachtet der Verf., die Correspondenz dieser seiner ästhetischen Theorie mit der symbolischen Logik klarzulegen. Das Mittel zu diesem Nachweis liegt in der „combinatorisch-ästhetischen Function“.

Helwig giebt folgende Ausführung. Er geht aus von seiner Theorie des Schönen. Dort hatte er sich bei der Aufstellung ästhetischer Probleme im Ganzen auf e i n e psychische Unabhängig-Varible beschränkt. Mit dieser einzigen Variablen x wurde so operirt, dafs zwei gleich schöne Exemplare x_1 und x_2 experimentell bestimmt wurden. Daraus wurde dann das schönste Exemplar x_m aus dem geometrischen Mittelwerthe von allen Werthen von x zwischen x_1 und x_2 festgestellt.

Bei der jetzigen Abhandlung handelt es sich um die Aufstellung ästhetischer Probleme bei m e h r e r e n psychischen Unabhängig-Variablen. Um bei mehreren Unabhängig-Variablen den schönsten Mittelwerth zu finden, ist es nothwendig, die Function zu kennen, in der die Unabhängig-

Variablen verbunden auftreten. Von dieser Function ist der Mittelwerth zu bestimmen, um die schönste Function zu finden. Diese Function aber nennt der Verf. die combinatorisch-ästhetische Function.

Die combinatorisch-ästhetische Function z. B. der Variablen x, y, z.. giebt also den Zusammenhang an, in dem die Variablen im Geiste verbunden auftreten. Wird diese Verbindung durch die combinatorisch-ästhetische Function aber mathematisch angegeben, dann folgt sofort, dafs die combinatorisch-ästhetische Function auch der mathematische Ausdruck des Begriffes als Inbegriffs der Merkmale x, y, z.. ist. Denn „der Begriff ist nichts Weiteres, als die unbewufst psychische Verbindung, in der einige Merkmale verbunden auftreten". „Die Wichtigkeit der Kenntnifs dieser combinatorisch-ästhetischen Function ist also grofs, denn sie verbindet die bis jetzt noch gesonderten Gebiete der Aesthetik und Logik."

H. giebt dann eine mathematische Ableitung der combinatorisch-ästhetischen Function und einen vergleichenden Hinweis auf die symbolische Logik.

Fassen wir das allgemeine Hauptziel der Helwig'schen Abhandlung ins Auge, die Verbindung der „bis jetzt noch gesonderten Gebiete der Aesthetik und Logik", so müssen wir zugeben, dafs zweifelsohne Berührungspunkte zwischen diesen beiden Wissenschaften bestehen. Nur läfst sich die Verbindung der Aesthetik und Logik auf empirisch-psychologischem Wege viel einfacher und fruchttragender herstellen, als vermittelst mathematischer Methoden. Man kann die Aesthetik auffassen als die Wissenschaft einer besonderen Erkenntnifsart, nämlich der concreten, anschaulichen Erkenntnifsart, welche der allgemeinen, abstrakten logischen Erkenntnifsart gegenübersteht. Sofern aber beide Wissenschaften, die Aesthetik und die Logik, sich mit Erkenntnifsarten abgeben, haben sie Berührungspunkte. Die Verbindung der „bis jetzt noch gesonderten Gebiete der Aesthetik und Logik" wird sich also mit rein psychologischen Methoden leichter und ungezwungener herstellen lassen, als durch mathematische Ueberlegungen.

Vielleicht noch wichtiger, als die Verbindung zwischen der Aesthetik und Logik herzustellen, ist, ihre Unterschiede zu bestimmen. Wenn nun Helwig eine Beziehung zwischen der combinatorisch-ästhetischen Function und dem Begriffe aufstellt, so ist zu betonen, dafs sich diese beiden Dinge nicht vollständig, sondern nur theilweise decken können. Eine ästhetische Vorstellung kann zwar die gleichen Merkmale besitzen, die ein Begriff hat, aber mit Ausnahme eines einzigen. Und dieses einzige genügt, um den Unterschied zwischen ästhetischer Vorstellung und logischem Begriff für alle Fälle zwingend zu machen. Dieses Merkmal ist dasjenige der ästhetischen Besonderheit im Gegensatz zur logischen Allgemeinheit. Eine ästhetische Vorstellung Rose kann z. B. dieselben Merkmale aufweisen, wie der betreffende Begriff Rose, nur mufs dabei die „ästhetische" Rose concreter Natur sein, während die „logische" Rose allgemeiner Art ist. Dieser Unterschied zwischen der ästhetischen Vorstellung und dem logischen Begriff scheint aber mifsachtet zu sein, wenn man die combinatorisch-ästhetische Function und den Begriff auf mathematische Weise zur Deckung bringt.

Was endlich noch die Anwendung der Mathematik auf die Aesthetik im Allgemeinen betrifft, so verhalten wir uns ihr gegenüber skeptisch, bevor man uns bewiesen hat, dafs man durch die mathematischen Methoden in der Aesthetik weiter kommt, als durch die empirisch-psychologischen.

W. NEF (Zürich).

E. W. SCRIPTURE, W. C. COOKE and C. M. WARREN. **Researches on Memory for Arm-movements.** *Stud. from the Yale Psychol. Laborat.* 5, 90—92. 1897.

ALFRED G. NADLER. **Reaction-Time in Abnormal Conditions of the Nervous System.** *Ebenda* 4, 1—11. 1896.

Zum Zwecke der Feststellung der Verhältnisse der Reproduction kreisförmiger Armbewegungen wird man zweckmäfsig zuerst den einfacheren Fall passiver Bewegungen anzugreifen haben, welche durch geeignete Vorrichtung (z. B. Kymographionaufwickelung oder unmittelbarerer Zug durch fallende Gewichte) gleichförmig oder sich beschleunigend hergestellt wird. Die Versuche der ersten Arbeit beziehen sich jedoch auf die schon an sich hinsichtlich ihrer Factoren complicirteren activen Bewegungen.

Auch hier kann die Bewegung gleichförmig oder beschleunigt sein, sodann die für die Wahrnehmung und für die Reproduction günstigste sein, welches letzteres Beides natürlich nicht zusammenzufallen braucht, oder schliefslich eine gleichmäfsig durchgeführte sein. Für die verschiedenen Amplituden wird ebenfalls die günstigste Art nicht nothwendig dieselbe sein. Der Kreisbogen mufs natürlich auch günstig zu dem Armgelenk, nämlich lediglich in der näheren Hälfte seiner vollen Amplitude liegen, wenn anders nicht die Hautspannung als entsprechender Einflufs auf die Versuche sich geltend machen soll.

Gleichgültig ist jedenfalls auch nicht, ob etwa in Folge der Eigenheiten des Apparates, was hier aus der Beschreibung nicht ersichtlich ist, oder bei sonst gleich günstigen Verhältnissen in Folge willkürlicher Richtung der Aufmerksamkeit der Kreisbogen als solcher, etwa unter Mitwirkung visueller Reproduction (vielleicht Zerlegung in gerade Stücke), oder ohne die letztere, oder als eigentliche Winkelgröfse, oder schliefslich in gemischter Weise wahrgenommen, und entsprechend reproducirt wird.

Auch die Ausschlagsstärken bezw. die Erwartung derselben sind, wie mir Dr. STÖRRING mittheilt, von entsprechendem Einflusse auf die Schätzung. Dies war nach den bekannten ähnlichen Strecken- und Zeittäuschungen zu erwarten. Auch die Zeitschätzung als solche kann hier natürlich mitwirken.

Da diese sämmtlichen Vorsichtsmaafsregeln, mit Ausnahme etwa gleichmäfsigen leisen Anschlagens an die Begrenzung, hier nicht berücksichtigt worden sind, mufs der Zweifel der Verf. an dem Vorhandensein von Beziehungen der Reproductions- zur Normalstrecke dahingestellt bleiben. Man kann natürlich auch nicht erwarten, dafs diese Beziehung eine einfache sein wird.

Die zweite Arbeit untersucht die Verhältnisse der Reactionszeiten in pathologischen Fällen. Bei partieller Affection des Vorderarms oder der Hand als locale traumatische oder toxische Neuritis (11 Fälle) waren die Zeiten für die einfache Reaction entsprechend verlängert und die mittlere

Variation gröfser, die Zeiten für complexe Reactionen dagegen anscheinend nur unwesentlich verändert. Hysterie (12 Fälle) zeigte bedeutende mittlere Variation und starke Schwankungen der complexen Reactionen, dagegen relative Unverändertheit der einfachen Reactionen. Alkoholismus nahe dem Delirium tremens (17 Fälle) zeigte verhältnifsmäfsig kurze (vielleicht mehr reflectorische?) Reactionszeiten, denen gegenüber auch die complexen Reactionszeiten länger waren als dieses Verhältnifs bei gesunden Personen ist. Locomotorische Ataxie (4 Fälle) zeigte Verlängerung beider Arten von Reactionszeiten. Multiple Neuritis in Folge von Tabes (3 Fälle), welche in manchen Beziehungen überhaupt als Steigerung der vorigen betrachtet werden kann, zeigte entsprechende Steigerung der Verlängerung.

Sowohl die Mittel der mittleren Variationen als auch die mittlere Abweichung der Individuen von den Durchschnittswerthen der Einzelgruppen wurden berechnet, letzteres als die Höhe der Homogeneität der betreffenden Gruppen darstellend. Die Untersuchungen von Janet und Philippe und V. Henri sind Verf. entgangen, wie schon Philippe bemerkt hat. Die Fälle des Alkoholismus sollten eingreifender untersucht werden.

P. Mentz (Leipzig).

F. Holzinger. **Ueber einen merkwürdigen pathologischen Schlafzustand.** *Neurol. Centralblatt* (1), 9—11. 1899.

H. beschreibt einen Fall einer sehr eigenartigen Krankheit, der sogenannten afrikanischen Lethargie oder „Schlafkrankheit" (Gowers), die er bei einem 60jährigen Manne gelegentlich seines Aufenthaltes in dem Volksstamme der Oromo in Schoa (Aethiopien) zu beobachten Gelegenheit hatte. Seit 2 Jahren leidet der Kranke an einer Schlafsucht, die ihn nie verläfst; er ist sehr leicht durch Zuruf oder Berührung zu erwecken, giebt zutreffende Auskunft, verfällt aber sehr bald wieder in seinen Schlaf: er schläft schon ein, während der Dolmetscher seine Antworten übersetzt; auch während des Gehens übermannt ihn der Schlaf. (Ein ausführlicher, interessanter Aufsatz über Schlafkrankheit ist von Patrik Manson in Brit. med. Journ. 3. XII. 1898 veröffentlicht.) E. Schultze (Bonn).

Entgegnung.

Auf S. 234 des 19. Bandes dieser Zeitschrift wurde am Schlusse der Besprechung meiner Arbeit über Aufmerksamkeit eine höchst verletzende Anschuldigung des Herrn Prof. Ueberhorst erwähnt, welche derselbe in einer Anmerkung seines Aufsatzes über Aufmerksamkeit im Archiv für system. Phil. (1897) gegen mich aussprach. Ich halte es deshalb für nöthig, an dieser Stelle zu bemerken, dafs ich jene Anmerkung leider die längste Zeit übersehen habe, aber nicht verfehlen werde, in einer nächsten Publication den Anwurf ausführlich und gebührend zurückzuweisen.

Dr. J. C. Kreibig.

Berichtigung.

Bd. 18, S. 466, Zeile 2 v. o. (*dieser Zeitschrift*) ist nach „und" folgender Passus ausgefallen: „dieser Quotient, multiplicirt mit der Masse".

Geschmack und Chemismus.

Von

Dr. WILHELM STERNBERG, pract. Arzt in Berlin.

Den höheren Sinnen, deren Reize vorzüglich physikalischer Art sind, auf daſs sie uns die Erkenntniſs der Ferne erschlieſsen, steht der niedere Sinn, der chemische gegenüber, das Sinneswerkzeug der Nähe, das daher vorwiegend materielle Vorstellungen in unserem Bewuſstsein zu erwecken hat, dessen Reize demzufolge die chemischen Verbindungen in amorphem Zustande sind. Dieser chemische Sinn ist das an den Eingang zu den inneren Leibeshöhlen als wachsamer Hüter gesetzte Sinnespaar des Geschmackes, das nur die englische Sprache in einem Wort zu vereinen vermag: der Geschmack in die Ferne, für den gasförmigen Aggregatzustand, der Geruch, „der Sinn der Phantasie" nach ROUSSEAU [1], nach KANT, „der undankbarste und entbehrlichste", da er uns mehr Unlust als Lust bereitet; und für den flüssigen Aggregatzustand der Geschmack im engeren Sinne des Wortes. Es ist daher nichts natürlicher, als daſs ebenso wie die Physik die Physiologie des Gehörsinnes, gleichermaaſsen die Chemie die Physiologie dieser Sinne zu unterstützen berufen ist. Erst spät jedoch suchte die physikalische Chemie, nachdem sie längst Gesetzmäſsigkeiten unter den optischen Eigenschaften der Materie aufgefunden hatte, zunächst solche bezüglich des Lichtbrechungsvermögens und der Drehung der Polarisationsebene,

[1] ROUSSEAU: „le sens de l'odorat est au goût ce que celui de la vue est au toucher."

Beziehungen des Chemismus zum Farbensinn, auffallender Weise noch später erst solche zum Geruch, wiewohl doch diese Eigenschaften der Materie weit directer und unmittelbarer in die Augen springen. Noch mehr mufs es daher befremden, dafs die Beziehungen des chemischen Baues zum Geschmack gar nicht erörtert sind, und zwar aus doppelten Gründen.

Einmal verbindet die Chemie und die Physiologie des Geschmackes eine grofse Reihe ähnlicher, wenn nicht gleicher Begriffe; wie die Physiologie süfs, sauer, salzig, laugenhaft, metallisch, bitter schmeckende Substanzen unterscheidet, so sind der Chemie heutzutage die Gruppen der Zucker ebenso wie die der Säuren, Laugen, Metalle, Salze ganz streng charakterisirte Gruppen, und auch die Bitterstoffe fafst sie, freilich als eine noch wenig organisirte Gruppe, doch zusammen. Ja, war es doch der Geschmack, welcher einstmals der Chemie die Begriffe, bis auf den heutigen Tag jedenfalls die Bezeichnung geliehen hat, für die Salze, Zucker, Bitterstoffe, Säuren und Laugen.

Sodann aber ist die biologische Bedeutung gerade des Geschmacksinnes, so sehr auch der Beitrag, den er uns zu unserer intellectuellen Ausbildung liefert, hinter allen anderen Sinnen zurücksteht, eine um so höhere für unsere vegetativen Vorgänge, für den thierischen Haushalt; denn er ist mit den für das Thier allerwichtigsten vitalen Forderungen der Ernährung verbunden. Daher kommt es auch, dafs von allen Sinnen beim Neugeborenen der Geschmack am frühesten, sofort nach der Geburt und sogar vorzüglich ausgebildet ist; denn das Neugeborene unterscheidet nicht nur die Qualitäten süfs und bitter, sondern sogar die Intensitäten, so dafs man sagen mufs, das Neugeborene bringt eine feine Zunge mit zur Welt. Zu einer Zeit, in der das Kind noch taub, ohne Geruch ist, noch kaum sehen, jedenfalls noch nicht Farben unterscheiden kann, da die ganze Welt also eigenschaftslos vor ihm liegt, erkennt es doch schon die Materie und zwar nur mit diesem einzigen Sinn; und es sind 1—2 Monate zu früh geborene Kinder nicht weniger empfindlich gegen Geschmacksreize als reife, so dafs von manchen Autoren sogar angenommen wird, dafs der Geschmackssinn schon im intrauterinen Leben geübt werde. Küstner und Binswanger erwähnen sogar einen Anencephalus mit Geschmacksvermögen. Am oberflächlichsten gelegen, am leichtesten zugänglich, functionirt der Geschmackssinn am ehesten, aber auch am längsten, denn er ist der einzige

Sinn, welcher nicht wie die übrigen im Alter schlechter, sondern nach Hyrtl sogar besser wird. Selbst von den Schweinen unter den Fischen, wie Knauthe[1] die Karpfen nennt, ist es jetzt nachgewiesen, dafs sie das Süfse angenehm empfinden müssen.

Reine Geschmacksempfindungen giebt es nur zwei: süfs und bitter, die anderen Geschmäcke sind heterogene Tastempfindungen oder Combinationen von solchen mit den Geschmäcken: Wer also Gesetzmäfsigkeiten zwischen dem chemischen Bau und dem Geschmack aufsuchen will, wird am besten Fehlerquellen vermeiden, wenn er zunächst wenigstens ausschliefslich die süfs und bitter schmeckenden Verbindungen betrachtet. Dafs freilich auch der selber aus mehrfachen, recht complicirten Empfindungen sich zusammensetzende Tastsinn den Geschmack, besonders dessen Intensität, beeinflussen kann, hat Zuntz[2] gezeigt. Warme Essig-, warme Zucker-Lösungen haben eine geringere Intensitätsempfindung.

Das wissen die Köchinnen und Zuckerküchler sehr wohl; denn sie fügen bei der Zubereitung von süfsen Leckereien gern etwas von einer bitteren Substanz hinzu, wie denn auch der Parfumeur den verschiedensten Parfums in ganz geringem Grade etwas vom Moschusgestank mittheilt. Die Köchin will ebenso den Geschmack „heben“, „füllen“, wie auch der Parfumeur dadurch dem Geruch eine „Völle“ verleihen will, genau ebenso wie in der Akustik die grofse Trommel oder die Bafsgeige Verwendung findet, um dem Tongemälde den Hintergrund zu verleihen.

Die Intensität also wird durch die Combinationen beider Sinne erheblich beeinflufst, einer der Gründe, warum ich die Intensität nicht berücksichtige, sondern dieselbe im Gegentheil vernachlässigen zu müssen glaube. Die adäquaten Reize für den Geschmack sind die chemischen Verbindungen. Mithin haben

---

[1] Karl Knauthe, Ueber die Verdauung beim Karpfen. Vortrag in der General-Versammlung des Brandenburgischen Fischerei-Vereins, S. 9. *Fischerei-Zeitung* 1 (17 u. 18).

[2] Zuntz, Verhandlungen der physiolog. Gesellschaft, 22. Juli 1892: Beitrag zur Physiologie des Geschmackes. *Arch. f. Anat. u. Physiolog.* 1892, S. 556.

General-Vers. des Vereins für d. Rübenzucker-Industrie des Deutschen Reiches am 25. Mai 1892: Wie erklärt sich die Ansicht des Publicums, dafs Raffinaden verschiedener Herkunft verschieden süfsen?

wir einerseits die chemischen Verbindungen, die süfs, und diejenigen, die bitter schmecken, und zwar ohne Rücksicht auf deren Intensität zu betrachten; andererseits sind es der Fragen drei:

1. Weshalb schmecken manche Substanzen und weshalb sind andere nicht minder lösliche geschmacklos?

2. Weshalb schmecken die einen süfs, die anderen bitter?

3. Die psychophysische Frage: Weshalb ist der süfse Geschmack der angenehme, der bittere der unangenehme?

Gelingt es diese drei Fragen aus einem einzigen Gesichtspunkte zu betrachten und aus einem und demselben Princip sämmtlich zu beantworten, so mufs dasselbe an Wahrscheinlichkeit gewinnen. Einen derartigen Versuch durchzuführen, mufs zunächst zu den einfachsten Verbindungen, den Elementen leiten.

Den Elementen geht als Molecülen ausnahmslos die Fähigkeit, süfs oder bitter zu schmecken, ab; freilich sind sie auch zumeist unlöslich. Wir werden am Schlufs die Frage aufzuwerfen haben, ob sie auch noch geschmacklos bleiben, wenn wir den Kunstgriff anwenden, sie in Lösung zu bringen, also als Atome mit ihrer elektrischen Ladung, als Element-Ionen.

Was die organischen Substanzen anlangt, so ist es doch der, in der Mitte zwischen + und — Elementen im periodischen System stehende *C*, der den organischen Verbindungen sein Gepräge aufdrückt; am Wendepunkt der Affinitätsunterschiede gelegen, hat er daher die eigenthümliche Fähigkeit, mit den verschiedensten Elementen sich zu verbinden, somit gleichermaafsen für Reductions- und auch für Oxydations-Vorgänge sich zu eignen, wie solche für den pflanzlichen und thierischen Stoffwechsel von so hoher Bedeutung sind. Die einfachsten *C*-Verbindungen sind die, die nur noch *H* enthalten, die Kohlenwasserstoffe, welche sämmtlich geschmacklos sind. Die nur ein Mal hydroxylirten Kohlenwasserstoffe, die an die anorganischen Basen erinnernden Oxydhydrate, sind die Alkohole, welche riechen und noch nicht schmecken. Der süfse Geschmack tritt erst hervor, wenn die möglichst gröfste Zahl *OH* Gruppen eingefügt wird, weshalb die meistsäurigen Alkohole auch Glycole z. B. Glycerin[1] „Oelsüfs“ heifsen, und am vollständigsten wird das erreicht in den Zuckern.

[1] Da Glycerin süfs schmeckt, nicht gährt wie der Zucker, nicht eintrocknet und auch nicht ranzig wird wie die Fettsäuren, wird es zur Dar-

Substitution von OH in der Alcylreihe

		An 1 C-Atom nur:	und aufserdem zugleich an jedem anderen C-Atom noch:	
Geruch	1 OH	Primäre Alkohole	Mehrsäurige Alkohole	Süfser Geschmack
	2 OH	Aldehyde, Ketone	Zucker: Aldosen, Ketosen	
	3 OH	Säuren	Säuren	
		Saurer Geschmack.		

Zucker, ebenso Saccharum, kommt von σάκχαρ, vom Indischen, wo schon lange vor Beginn unserer Zeitrechnung fast chemisch rein der Rohrzucker dargestellt wurde, kein Wunder, dafs nach Christie am süfsen Geschmack des Urins die indischen Aerzte schon die Zuckerkrankheit erkannt haben. Im Sanscrit findet sich „svâdú" = süfs, lieblich schmeckend, „sarkure", arabisch „sukhar" „kandî" = „Zuckerrohr", daher unser „Kandis"[1], im Griechischen „ἡδύς", daher ἡδονή, ἥδομαι, ἁνδάνω; „süfs" soll aus „su" = gut und der Wurzel „ad" = „schmecken", „riechen" stammen, welche wieder mit „ad" = „essen" zusammenhängen soll.

„Zucker" unterscheidet man der Form nach: Krümel-, Sand-, Streu-, Brot-, Hut-, Würfel-, Kandis-, Krystall-, Gersten-, Leder-Zucker.

Der Herkunft nach: Stärke-, Rohr-, Palm-, Trauben-, Holz-, Manna-, Muskel-, Blut-, Invert-Zucker.

stellung süfser pharmaceutischer Präparate verwandt; solche Arzneiformen heifsen die Franzosen „Glycérés, Glycérolés, Glycérolate" die Engländer Glycerines und die U. St. Ph. Glycerita oder Glycerites.

[1] „Kandis" nennen wir die grofsen Einzelkrystalle, daher Zuckerkand, kandiren, Kandite.

Fälschlich spricht man auch von Blei-, Eisen-, Kalk-, Leim-, Orcin-Zucker.

Wissenschaftlich unterscheidet man die Zucker nach verschiedenen Principien: Fruchtzucker, Milchzucker, Malzzucker etc.

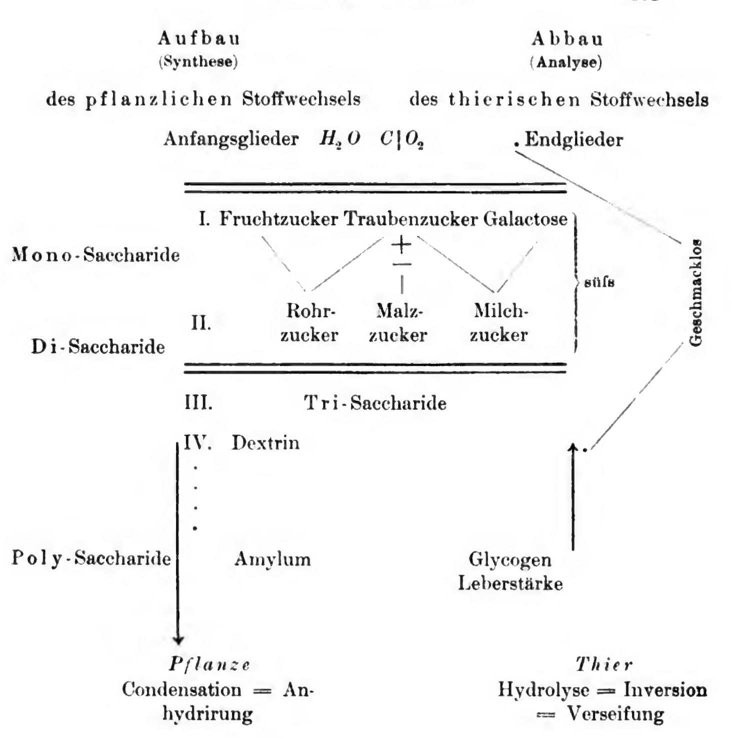
Was die arithmetische Reihe der Zucker betrifft, so scheint die Süfsigkeit schon von der 8. Reihe an abzunehmen. Was die in geometrischer Reihe nach Potenzen von 2 sich schnell vermehrenden Stereo-Isomeren angeht, so bringt die moleculare Geometrie seltsamerweise gar keinen Unterschied im Geschmack. So vortrefflich also unsere Zunge arithmetisch unterrichtet ist, geometrisch ist sie nicht im Stande zu unterscheiden.

Was die moleculare Constitution betrifft, so ist die Süfskraft der beiden bestgekannten Ketosen, der Lävulose und der Sorbinose, aufserordentlich gesteigert gegenüber derjenigen der Aldosen. Lävulose heifst daher auch Diabetin, weil sie derjenige Zucker ist, der von den Zuckerkranken (Diabetes mellitus Zuckerharnruhr, Zuckerruhr, experimentell durch den Zuckerstich erzeugt, im Gegensatz zum Diabetes insipidus) am besten vertragen wird.

Vermöge des Eintritts der Aldehydgruppe in den sechsfachen Alkohol, welcher die Aldosen ihre leichte Oxydirbarkeit verdanken, wie sie durch die leichte und vollständige Verbrennung im Organismus und durch die vom Berliner Arzt Trommer angegebene Zuckerprobe gekennzeichnet ist, ist der Traubenzucker auch befähigt, mit seines gleichen zu Polysacchariden zusammenzutreten. Während nun die Mono- und auch Disaccharide sämmtlich süfs schmecken, hört der süfse Geschmack von den Trisacchariden an sofort auf. Das Trisaccharid Raffinose[1] s. Melitriose s. Pluszucker ist dem Rohrzucker aufserordentlich ähnlich, süfst aber nicht mehr. Sämmtliche Polysaccharide, auch die der V. Reihe, sind geschmacklos.

---

[1] „Raffinade" nennt man den von den Beimengungen, dem sogenannten „Nichtzucker" gereinigten (raffinirten) Zuckerhut.



Wie die Anfangsglieder sind also auch die Endglieder, Amylum, Stärke, geschmacklos und diese Geschmacklosigkeit theilen sie mit den beiden anderen Nahrungsmitteln. Die Fette, das süfse Glycerin enthaltend, (Glyceride) sind geschmacklos wie das Eiweifs, dessen Zersetzungsproducte die süfsen Aminosäuren sind.

Wie man in die meistsäurigen Alkohole noch einmal *OH* einfügen kann unbeschadet der Süfsigkeit, so dafs die Süfsstoffe *κατ' ἐξοχήν*, die Zucker entstehen, also auch einmal die Alcylgruppe, so dafs auch noch die Methylglycoside süfsen. Setzt man jedoch statt der positiven Alcyl- die negative Phenylgruppe

ein, so bewahrt sich das Molecül zwar noch die Eigenschaft zu schmecken, denn die Aenderung ist nicht gar so erheblich, süfs kann es jedoch nicht mehr schmecken, da die Harmonie arg gestört ist, mithin kann es nur bitter schmecken. Daher schmecken die „aromatischen Zucker“ bitter; es giebt also nicht nur geschmacklose Zucker, sondern sogar bittere Zucker. Auf diese Weise war es mir möglich den bitteren Geschmack von Phenylglycol und Phenylglycose vorauszusagen. Darum ist es auch nicht mehr zu verwundern, weshalb die meisten Glycoside, trotzdem sie den süfsschmeckenden Zuckerkern besitzen, selbst diejenigen, die mehrere Molecüle Zucker enthalten wie Saponin, Caïncin u. A. doch bitter schmecken, da sie zumeist Phenolderivate des Zuckers sind, derselbe Grund, weshalb die sogenannten „Bitterstoffe“ bitter schmecken.

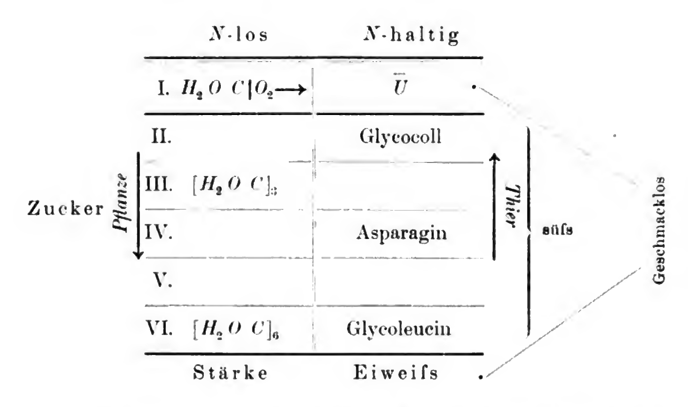
Gleichermaafsen stört man die moleculare Harmonie und führt somit den süfsen Geschmack in den bitteren über, wenn man Säurereste oder Basen ins Zuckermolecül einfügt; sämmtliche Saccharate oder Glycosate schmecken nicht mehr süfs, sondern bitter; Zuckerkalk, Strontianzucker, die deshalb gröfsere technische Bedeutung haben, weil sie zur Gewinnung des Zuckers aus der Melasse[1] dienen, schmecken bitter, ebenso der Eisenzucker und wenn dennoch der officielle Ferrum oxydatum saccharatum solub. (Hornemann'scher Eisenzucker), aus dem der Sirupus ferri oxydati bereitet wird, süfs schmeckt, so verdankt er seine Süfsigkeit dem überschüssigen Rohrzuckergehalt.

Ganz ähnlich verhält es sich nun mit den ringförmig geschlossenen *C*-Ketten. Was die Hexamethylen-Derivate betrifft, so schmecken süfs die meistsäurigen Alkohole, die Inosite (Muskelzucker) die Hexa-hydroxy-hexamethylene, ebenso aber auch das symmetrische Trioxyhexamethylen, deshalb Phloroglucit genannt. Von Benzolderivaten besitzen an Dihydroxybenzolen die Süfse die *m*- und die symmetrische *p*-Stellung, während der asymmetrischen *o*-Stellung der bittere Geschmack eigen ist. Ebenso schmeckt von den Trihydroxybenzolen das symmetrische Derivat süfs, daher Phloroglucin geheifsen, während die *o*-Stellung wieder den bitteren Geschmack besitzt.

---

[1] Melasse heifst die widerlich-riechende und -schmeckende Mutterlauge, die noch Zucker enthält und Nichtzucker d. h. Beimengungen, die die Auskristallisation des Zuckers hindern.

Die zweite salzbildende Gruppe NH_2 giebt den Kohlenwasserstoffen ebenfalls den süfsen Geschmack; und zwar dann, wenn wiederum die entgegengesetzte Gruppe mit der positiven NH_2-Gruppe beschäftigt wird. Die kräftige Basicität der NH_2-Gruppe erfordert die kräftige Säurigkeit der $COOH$-Gruppe, und zwar müssen die beiden entgegengesetzten Gruppen nicht nur möglichst nahe gebracht, sondern möglichst innig verknüpft werden. Daher kommt es, dafs während alle Aminosäuren, selbst die ω-Aminosäuren geschmacklos sind, die α-Aminosäuren süfs schmecken. Diese N-haltigen Süfsstoffe bereitet durch Abbau der thierische Stoffwechsel, Zertrümmerungsproducte des Eiweifs, wie die Pflanze durch Aufbau die N-losen Süfsstoffe bereitet.



Die Hauptmasse des C, welcher den thierischen Organismus verläfst, wird durch die Lungen als CO_2 zugleich mit dem H_2O ausgeschieden. Die Pflanze ist nun befähigt, diese beiden Molecüle unter Abgabe des dem thierischen Organismus unentbehrlichen O an denselben zu Zucker zu vereinen. Der Rest des C verläfst zugleich mit dem N den Körper durch die Nieren als Harnstoff, Carbamid. Derselbe, als Säure-Amid bitter schmeckend, erlangt eine eminente Süfskraft im Dulcin s. Sucrol (p. Phenetol-Carbamid), dessen Süfse in Bitterkeit umschlägt, wenn man an Stelle des NH_2 das CH_2 setzt,* so dafs Phenacetin entsteht.

Dem Harnstoff der Carnivoren entspricht bei den Herbivoren das Glycocoll s. Leimsüfs s. Leimzucker. Mit ihm theilen die anderen α-Aminosäuren bis zur VI. Reihe die Süfsigkeit, selbst die VI. Reihe hat ein Glycoleucin. Dafs die Aminosäuren, welche ja weiter nichts darstellen als carboxylirte Amine, nur bis zur VI. Reihe süfsen, darf uns nicht Wunder nehmen; lassen doch die meisten physikalischen Eigenschaften in den höheren Termen nach. Die Amine selber, die N-Basen der Alcohol-Radicale, riechen zuerst nach NH_3, mit zunehmendem C-Atom-Gehalt nimmt aber die Löslichkeit und Flüchtigkeit dermaafsen ab, dafs die höchsten Glieder unlöslich und geruchlos werden. Süfs schmeckt auch noch Methylglycocoll = Sarcosin, Spaltungsproduct des bitteren Kreatins, und süfslich auch Betain, Derivat des Trimethylglycocolls, das in der Runkelrübe vorkommt. Hierher gehört auch das süfse d-Asparagin, auch ein Zersetzungsproduct des Eiweifs'. Der unbedingten Nähe der beiden Gruppen (NH_2 und $COOH$) in der α-Stellung entspricht die v- oder o-Stellung in den aromatischen Verbindungen, daher schmeckt nur das o-Benzoësäure-Sulfinid, d. i. Saccharin Fahlberg[1] s. Zuckerin s. Toluolsüfs sehr süfs. Die Süfsigkeit bleibt auch noch im Natriumsalze erhalten, dem Natrium saccharinicum d. i. Crystallose. Der Geschmack ist so süfs, dafs er mehrere Tage sogar im Munde haften bleibt, wenn es in Dosen von nur 1 g genommen wird, wie solche neuerdings nach dem Vorschlag von Descheemaekers[2] als Darmantiseptica gereicht werden. Der Geschmack der Crystallose-Tabletten soll den der Saccharin-Tabletten übertreffen, da diese nicht wie jene zur Herstellung des doppeltkohlensauren Natriums bedürfen, welches durch seinen laugenhaften Geschmack die Süfse auf die Dauer unerträglich macht. Ebenfalls gehört zu dieser Gruppe das „Glucin" und Glycyrrhizin[3] „Süfsholzzucker" Glycyrrhizinsäure, ebenso wie Asparagin enthalten im Süfsholz Radix Liquiritiae s. Glycyrrhizae,

---

[1] Saccharin Fahlberg im Gegensatz zu dem bitter schmeckenden Säure-Anhydrid Saccharin Péligot Scheibler, auch Pseudosaccharin genannt.

Aducco u. U. Mosso, *Archivio per la scienze med.* 9, 407. 1886.

Kohlschütter u. Elsässer, *Deutsches Archiv f. klin. Medicin* 41, 178.

Mercier, *Annales d'hygiène publique* (3.), 20, 311. 1888.

Fischer u. Rabow, *Therapeut. Monatshefte* S. 395. 1887.

Worms, *Bulletin de l'académie* S. 499. 1888.

[2] *Semaine méd.* (22), 86. 1898.

[3] J. Habermann, Ueber das Glycyrrhizin. *Chem. Ber.* 10, 870.

dessen Saft Succus Liquiritiae Lakritzen („Lakritzen“ ebenso wie „Liquiritia“ stammt vom griech. Glycyrrhiza d. i. „süfse Wurzel“) oft als Geschmackscorrigens benutzt wird. Lakritzen, 10—18 % glycyrrhizinsaure Salze enthaltend, bilden ein beliebtes Volksmittel [1], werden auch zum Versüfsen des Bieres verwandt, mit Anisöl nennt man es Cachou. Die Paste, Pasta Liquiritiae s. Glycyrrhizae ist der „braune Lederzucker“, wie er als Hustenmittel gebraucht wird, Pasta gummosa s. Althaeae „weifser Lederzucker“ s. „Gummizucker“ s. Reglise.

Ein dem Glycyrrhizin ähnlicher Körper, Ononidin, giebt der Hauhechelwurzel den süfslichen Geschmack.

Hierhin gehört auch das schwach süfs schmeckende Hydrobenzamid, ein Ammoniakderivat des Bittermandelöls, das leicht in das isomere Amarin [2] übergeht. Unlöslich in Wasser ist Amarin anfangs geschmacklos, dann schwach bitter schmeckend, die Salze jedoch, so schwer löslich sie auch sind, schmecken intensiv bitter.

Das Bemerkenswerthe in der Süfsigkeit dieser Gruppe liegt in zwei Punkten. Einmal ist die Süfskraft eine sehr hohe, die gröfste all der süfs schmeckenden Körper; bedeutend gröfser als die der natürlichen Süfsstoffe, der Zucker, ist ihr Süfsigkeitsgrad. Sodann aber ist die Süfse nie die reine schöne Süfse der kostbaren Nahrungsmittel der Kohlehydrat-Reihe. Daher kommt es, dafs der Geschmack des Saccharins nur selten auf die Dauer angenehm empfunden bleibt; die Zuckerkranken, denen man es am meisten reicht, klagen, dafs ein lange anhaltender, süfser, belästigender Geschmack im Munde zurückbleibt.

Verbindungen von Amidosäuren mit der intensiv bitter, hintennach etwas süfslich schmeckenden Cholsäure oder Cholalsäure sind die Gallensäuren, die den sprichwörtlich gewordenen „gallebitteren“ Geschmack dieses Secretes bedingen.

Der süfse Geschmack des Glycocoll geht in den bitteren der Glycocholsäure über, zuerst schmeckt sie süfslich, hinterher intensiv bitter, ihre Salze schmecken sehr süfs. Die von der Eiweifszersetzung *S*-entnehmende und daher meist in der Galle der Carnivoren vorkommende *S*-haltige Amidosäure, das Taurin,

---

[1] Elixir e Succo Liquiritiae s. Elixir pectorale Ringelmanni s. Brustelixir.

[2] E. Fischer, *Annalen* **211**, 217.

ist Amidoäthylschwefelsäure und kann nicht schmecken wegen der Anhäufung der negativen Gruppen, als Taurocholsäure schmeckt sie süfslich bitter.

Eine unverkennbare Verwandtschaft mit den süfs schmeckenden aliphatischen Amido-Verbindungen weisen wenigstens einige der jetzt folgenden bitter schmeckenden Gruppe auf. Den *N*-haltigen Süfsstoffen stehen die *N*-haltigen Bitterstoffe, die Alcaloide gegenüber. Wie die Pflanze die süfs schmeckenden Zucker, Abkömmlinge der Alkohole aufbaut, welche mehrfach an die anorganischen Basen erinnern, so baut sie auch die bitter schmeckenden organischen Basen auf.

Dasjenige Alcaloid, das am intensivsten bitter schmeckt, ist das Chinin mit seinen Salzen. Auch nicht die Verkuppelung mit Saccharin kann den bitteren Geschmack völlig nehmen, da das Chininum saccharinicum nicht allein sehr bitter, sondern dabei auch noch widerlich süfs schmeckt. Die vereinigten Chininfabriken von Zimmer & Co. bringen Chinin-Chocolade-Tabletten in den Handel, welche nicht im Mindesten bitter schmecken, ihre Herstellung ist Geheimnifs. Interessant ist es, dafs das Chinin-Molecül seinen bitteren Geschmack gänzlich verliert, wenn man es mit Aethylkohlensäure verkuppelt, so dafs der Aethylkohlensäure-Ester des Chinins, das sogenannte Euchinin ganz geschmacklos ist. Ein praktisches Interesse hat die Frage der Entbitterung und Versüfsung für den Landwirth, z. B. die Entbitterung der Lupinen und die Süfsfuttererzeugung.[1]

Fast durchgängig schmecken alle Alcaloide bitter, mit dieser intensiven Reizung des Sinnesorganes der Zunge verbindet sie alle die Giftigkeit, wie denn überhaupt mit nur wenigen Ausnahmen alle heftigen Gifte durch einen intensiven Geschmack und zwar einen bitteren ausgezeichnet sind. Wie die Substanzen,

---

[1] Simpson, Anleitung zur vollständiger Entbitterung der blauen Lupine. Mohrungen 1891.

Seeling-Saulenfels, Ist die Verallgemeinerung des Lupinenanbaues und der Verfütterung entbitterter Lupinenkörper wünschenswerth? *Internationaler land- und forstwissenschaftl. Congrefs zu Wien.* Heft 119. Wien 1890.

Blomeyer, Pract. Anleitung zur Süfsprefsfutter-Erzeugung. Wien 1890

The Theory and Practice of Sweet Ensilage. By George Fry, London. The Agricultural Prefs & Co. (Limited), 1885.

George Fry, Die Einsüfsung der Futtermittel, Theorie und Praxis der süfsen Ensilage. Berlin 1885.

welche für unseren Körper werthvolles Brennmaterial darstellen und ihn erhalten, zu gleicher Zeit, wie wir gesehen haben, durch das Vermögen ausgezeichnet sind, einen specifischen Sinnesreiz auf das Sinnesorgan der Zunge auszuüben, so auch die Substanzen, die ihn vernichten, die Gifte. Durch den süfsen angenehmen sind die ersteren, die letzteren durch den unangenehmen bitteren ausgezeichnet, auch Blausäure schmeckt bitter, die bitteren Mandeln verdanken dem Gehalt daran, neben dem des nur schwach bitter schmeckenden Glycosids Amygdalin, ihren sehr bitteren Geschmack, ihren Bittermandel-Geruch dem ebenso wie die Blausäure sich aus dem geruchlosen Amygdalin bildenden, geschmacklosen Benzaldehyd.

Auch die NO_2-Gruppe wird oft in schmeckenden Verbindungen angetroffen:

Aethylnitrat, Amylnitrat schmecken süfslich brennend, Aethylnitrit ebenfalls, daher der Name Spiritus nitri dulcis, ebenso Nitroglycerin s. Glonoin. Sehr bitter schmecken

3, 4, 6 — (β) — und das giftige 2, 4, 6 —

Trinitrophenol, daher Pikrinsäure[1] (πικρός, bitter), WELTERS'sches Bitter, CHEVREUL's, auch Indigbitter, Bittersäure genannt, die als Hopfensurrogat mitunter angewandt werden. Aufserordentlich süfs schmeckt das „künstliche Bittermandelöl" Nitrobenzol[2], das zum Parfümiren der Seife verwandt wird, so unlöslich es auch ist.

Woher der bittere Geschmack des „Bitterling"[3] Rhodeus amarus stammt, ist noch nicht erwiesen. Die „Bittermittel", die Amara der Pharmacologie, setzen sich aus den Glycosiden, Bitterstoffen und Alcaloiden zusammen und finden zu „Bitterthee", „Species amaricantes", „Tinctura amara", „Elixir amarum" u. a. m. zahlreiche Verwendung, da die „Bittermittel" den Appetit anregen und Gährungsprocesse verhindern, während die Süfsigkeiten gerade

[1] Daher heifsen die Salze Pikrate, das Radical Picryl, das Schiefspulver „Pikratpulver".

[2] WOHL, *Ber. d. Chem. Ges.* 27, 1817. 1894.

[3] Aus der Ordnung der Edelfische und der Familie der Karpfen (Cyprinoidei), sein Fleisch ist ungeniefsbar bitter; so sind manch andere Thiere, namentlich unter den Insecten, gerade durch den üblen Geschmack derart ausgezeichnet, dafs sie gerade dadurch vor den insectenfressenden Reptilien, Amphibien, Vögeln geschützt sind, ja dafs sie sogar von anderen Thieren als Vorbilder copirt und nachgeäfft werden, eine Art von Mimicry.

zu Gährungen Anlafs geben und den Appetit verlegen; das Bittere macht Appetit, das Süfse macht Durst, das Saure löscht den Durst. Mannigfach ist das Gegensätzliche der Wirkung an das Entgegengesetzte des Geschmackes gebunden. Die Tuberkel-Bazillen — und ähnlich verhalten sich die meisten Bakterien — gedeihen auf keinem Nährboden recht, der nicht Glycerin oder Zucker wie ja auch das Blut enthält, wo sie am besten gedeihen und ja auch entdeckt sind, während freilich die Kokken der Lungenentzündung auf einem süfsen Boden absterben, was im besten Einklang mit der ärztlichen Erfahrung steht, dafs der Zuckerkranke aufserordentlich leicht Tuberkulose erwirbt, während er die Lungenentzündung leicht übersteht. Andererseits wirken viele Bittermittel vernichtend auf Lebewesen, sind doch alle Gifte bitter, die Wurmmittel schmecken aufserordentlich bitter. Freilich wirkt auch Saccharin antifermentativ, sogar Zucker selbst in hoher Concentration, darauf beruht ja das Conserviren der Früchte, Salicylsäure. — Dem bitteren Geschmack entlehnen die Pflanzen vielfach ihre Bezeichnung wie Bitterwurzel, Bitterdistel, Bitterholzbaum, Bitteresche, Bitterkresse, Bitterklee u. A.

Aber auch das Mineralreich betheiligt sich an der Fähigkeit, gewisse Verbindungen mit der Gabe auszustatten, auf das Geschmacksorgan der Zunge zu wirken, angenehm: süfs und unangenehm: bitter zu schmecken.

Was den süfsen Geschmack der anorganischen Verbindungen betrifft, so ist derselbe nie ein rein süfser, sondern stets der sogenannte „süfsliche", der mit dem herben, zusammenziehenden vereinigt ist, während der bittere oder „bitterliche" stets mit dem salzigen verbunden ist. Möglich, dafs das, was wir „süfslich" nennen, weiter nichts ist als eine Combination der süfsen Geschmacksempfindung mit dem zusammenziehenden Tasteindruck, da sämmtliche süfs schmeckenden mineralischen Verbindungen zugleich Adstringentien sind. Theilt doch geradezu die Pharmacologie die Tannica ein in Adstringentia dulcia s. mineralica und Tannica amara, welche meist den sogenannten Bitterstoffen, also den organischen Verbindungen, ihren Geschmack verdanken, während eine Classe der Amara die Amara salina sind. Diese Annahme wird durch den Nachweis von Weber und Zuntz [1] gestützt, dafs die Beurtheilung des Sinnes-

[1] Zuntz, *Arch. f. Anat. u. Physiolog.* S. 556. 1892.

eindrucks auch im Bereiche des Geschmacks durch gleichzeitig stattfindende Erregung anderer Nerven recht erheblich beeinflufst werden kann.

Die süfs und bitter schmeckenden Verbindungen sind zumeist Salze, ausnahmsweise nur sind es Säuren oder Säure-Anhydride.

Vor zehn Jahren untersuchte HAYCRAFT[1] die löslichen salzsauren und schwefelsauren Salze der I., II. und VII. MENDELEEFF'schen Gruppe; er fand, dafs sie salzig, bitterlich salzig und salzig bitter schmeckten. Abstrahiren wir nun einmal vom salzigen Geschmack und erkennen wir nur den bitteren als wahrhaft reine Geschmacksempfindung an, so ergiebt sich Folgendes: Der bittere Geschmack in der I. und VII. Gruppe war nur schwach, stieg aber mit dem Atomgewichte der Elemente; in der II. Gruppe, in der freilich Beryll mit seinen süfs schmeckenden Salzen Schwierigkeiten machte, war der bittere Geschmack stärker und wuchs wiederum mit dem Atomgewicht. Dieser Bitterkeit hat das erste Element der Gruppe die Bezeichnung zu verdanken, das Magnesium, in der Natur vorkommend als „Bitterspath“ d. i. kohlensaures Salz und überdies mit Kalkcarbonat verbunden als „Bitterkalk“ d. i. Dolomit (nach dem französischen Mineralogen Dolomieu), wie es ganze Gebirgsmassen bildet, die Dolomiten. Das schwach bittere, freilich auch fast unlösliche Oxyd, „Bittererde“ verleiht allen löslichen Verbindungen mit den Säuren einen stark bitteren Geschmack, das Sulfat, das sogenannte englische Salz heifst daher „Bittersalz“, die Mineralwässer wegen des Gehaltes daran „Bitterwässer“ und die Seeen „Bitterseeen“, so die, welche der Suezcanal durchschneidet. Dem Gehalt an Magnesiumchlorid verdankt das Meerwasser seinen bitteren Geschmack, so dafs lediglich der Gegensatz zu demselben dem gewöhnlichen Wasser die Bezeichnung „Süfswasser“ eingebracht hat. Mit Magnesium theilen diese Fähigkeit die anderen, dem Magnesium nahe stehenden Elemente der II. Gruppe, die zur „Magnesium-Gruppe“ gehören: *Zn*, *Cd* und *Ca*, *Sr*, *Ba*. Nur das erste Element der zweiwerthigen Magnesiumgruppe macht allein eine Ausnahme, das leichteste, das Beryll, da es den Säuren in den Salzen den süfsen Ge-

[1] JOHN BERRY HAYCRAFT, The nature of the objective cause of sensation taste. *Brain* **10**, 145. 1888.

schmack verleiht. Nun, als das leichteste Element der Gruppe ist Beryll das sogenannte „typische“ d. h. in diesem ersten Element der II. Gruppe mit dem niedersten Atomgewicht ist der specifische Gruppencharacter noch zu sehr abgeschwächt; das Beryll nähert sich so sehr chemisch der III. Gruppe, dem Aluminium, dafs es von manchen Chemikern sogar ganz in die III. Gruppe hinübergenommen wird. Und diese ganze Gruppe ist ausnahmslos eine dulcigene, d. h. diese Elemente verleihen den Säuren durchgehends den süfsen Geschmack.

Die löslichen Salze von Beryll, deswegen auch Glucinium[1] genannt, dessen Oxyd „Süfserde“ heifst, schmecken sämmtlich recht süfslich, zusammenziehend.

Bor steht an der Grenze; das Oxyd, Bortrioxyd schmeckt jedenfalls als Säureanhydrid nicht sauer, sondern schwach bitter. Die als Antisepticum viel verwandte Borsäure schmeckt ebenfalls nicht sauer, sondern schwach bitterlich, nach anderen adstringirend süfslich, in alcoholischer Lösung schmeckt sie süfs, freilich hinterher bitterlich. Die wässrige Lösung von Borax, dem ebenfalls antiseptisch wirkenden Natriumsalze einer Borsäure, schmeckt süfs; weil der Geschmack dieses Salzes noch angenehmer ist als der der Säure, so wird es als Spülwasser für die Mundhöhle vorgezogen. Selbst ein Magnesium-Salz der Borsäure, Magnesium borocitricum, hat einen süfsen Nachgeschmack.

Aluminium-Salze schmecken ebenfalls süfslich und adstringirend, fafst doch schon die Pharmacologie die anorganischen Adstringentien zusammen als Tannica mineralica s. dulcia s. aluminosa. Das Sulfat schmeckt süfslich, zusammenziehend, Alaun, ein Doppelsalz, schmeckt süfs, hinterher herbe zusammenziehend, auch das essigsaure Salz, selbst die stark verdünnte essigsaure Thonerde schmeckt noch sehr süfs und hinterläfst beim Ausspülen des Mundes einen ganz deutlich süfsen Nachgeschmack, selbst Aluminium acetico-tartaricum schmeckt wenngleich auch säuerlich herb, so doch auch süfs.

Die Salze der Scandinerde schmecken sehr süfs, hinterher sehr herbe.

Die Salze der Yttererde schmecken süfs und zusammenziehend, der süfse Geschmack rührt nicht von der in der Yttria aufgefundenen Glycinerde her.

---

[1] In Frankreich ist daher das Symbol für dieses Element nicht *Be*, sondern *G*.

Die Lanthan-Salze schmecken süfs und adstringirend.

Die Salze des letzten Elementes dieser Gruppe Ytterbium schmecken sehr süfs und zusammenziehend.

Von der IV. Gruppe schmeckt süfs: die höchste Oxydationsstufe des ersten Elements; die Kohlensäure ist nicht, wie stets angegeben wird, ganz geruchlos und schmeckt schwach süfs.

Die Ceroxydul-Salze schmecken süfs.

Die löslichen Salze des Blei, des schwersten Elements dieser Gruppe, schmecken wiederum recht süfslich, so das Nitrat und Nitrit, das essigsaure Salz heifst deshalb „Bleizucker" Saccharum Saturni, sogar das basisch essigsaure Salz, der sogenannte „Bleiessig", selbst das stark verdünnte „Bleiwasser" schmeckt noch aufserordentlich süfs.

Von der V. Gruppe schmeckt die niederste Oxydationsstufe des ersten Elements süfs, das Stickoxydul, Lachgas, das zu kurzen zahnärztlichen Operationen verwandt wird; die niedere Oxydationsstufe des Arsens, das Trioxyd, Arsenik, Giftmehl auch Fliegentod genannt, weil es zu Fliegenpapier verwandt wird. Trotzdem Arsenik sich nur schwierig löst, schmeckt es doch deutlich süfs und metallisch. Von Antimon sind die meisten Salze unlöslich. Brechweinstein schmeckt widerlich süfs.

Die Didym-Salze schmecken süfs und zusammenziehend.

Endlich die Salze der Erbinerde schmecken ebenfalls süfs zusammenziehend.

Wenn von den Salzen dieser Gruppen sämmtlich die löslichen den gleichen süfsen Geschmack haben, ganz gleichgültig mit welchen Säuren die Elemente im Molecül verbunden sind, so müssen es die Element-Ionen sein, denen der süfse Geschmack zukommt.

Was den Geschmack der VI. Reihe betrifft, so ist das Wasser ebenso wie seine Componenten: *H* und *O* geschmacklos.[1] Reines Wasser Aqua destillata hat einen faden „Blasengeschmack" von der Destillirblase, das geschmacklose Wasser der Flüsse und der meisten Seeen heifst Süfswasser[2] lediglich im Gegensatz zu dem

---

[1] Süfs schmeckt Aqua destillata nur Kiesow.

[2] Man spricht daher von Süfswasserformationen, Süfswasserflora, Süfswasserstationen, Süfswasserkalk, Süfswasserquarz, Süfswasserschwamm, Süfswasserschnecken u. s. w.

bitteren Geschmack des Meerwassers und der Bitterseeen, und dem salzigen Geschmack mancher Seeen wie z. B. dem des kaspischen Meeres, des „Grofsen Salzsee's“ im Staate Utah in Nordamerika, der einen gröfseren Salzgehalt hat als selbst der Ocean. Das ist auch der Grund für den Namen des „Süfsen Seees“ im Regbzk. Merseburg, der nach Trockenlegung des „Salzigen Seees“ vor 5 Jahren durch die Salza zur Saale führt. Reines Wasser ist Gift[1], die Giftigkeit liegt in seiner Reinheit, in der Abwesenheit der Salze, schon der Geschmack protestirt daher gegen die Zuführung, und wenn man versehentlich einmal einen Schluck genommen, so speit man ihn sofort unwillkürlich aus, es entzieht der Zunge die Salze und schmeckt daher „fade“, „abgeschmackt“, daher warnen auch mit Recht die Reisehandbücher vor dem Genufs von Schnee, Gletscherwasser, vor dem Gebirgsbachwasser, daher löschen Schnee und Eis auch nicht den Durst, das Eis lähmt zudem die Geschmacksempfindung. Andere erklären den faden Geschmack als das unangenehme Vermissen eines Geschmackes, „Sapor insipidus“, vergleichbar dem Widerwillen des Auges gegen das absolute Dunkel.[2]

Süfs sollen die *OH* Ionen schmecken in einer Kali-Lauge-Verdünnung von 1 : 200000.[3]

Aehnlich soll Kalkwasser schmecken; ich konnte den süfsen Geschmack der Laugen in der angegebenen Verdünnung nicht wahrnehmen.

Die höhere Oxydationsstufe, Wasserstoffsuperoxyd schmeckt bitter und zusammenziehend, selbst in grofser Verdünnung ist der bittere Geschmack noch wahrnehmbar.

Von Schwefelverbindungen schmeckt süfs das Oxyd: Schwefeldioxyd[4], auch „Süfsbrand“ geheifsen, da es beim „Schwefeln“, „Brennen“ der Weinfässer entsteht; ebenso schmeckt süfs: Schwefelwasserstoff, Wasserstoffsupersulfid schmeckt bitterlich süfs. In bitter schmeckenden Verbindungen organischer

---

[1] H. Koepp, *Deutsche med. Wochenschr.* S. 624. 1898.

[2] Henle, Ueber den Geschmacksinn. *Anthropol. Vorträge* 2, 18. 1880.

[3] Oehrwall, *Skandinav. Arch. f. Physiol.* S. 10. 1891.

Höber und Kiesow, Ueber den Geschmack von Salzen und Laugen. *Zeitschr. f. physical. Chemie* 27 (4) 601.

[4] Arbeiter, die mit Schwefeldioxyd vergiftet sind, sind appetitlos und leiden an einem widerlichen Geschmack oder Geschmacklosigkeit.

Herkunft wird Schwefel oft angetroffen. Schliefslich schmecken die Salze der Terbinerde süfs.

Ueberdies ist es das elektro-negativste Element, Chlor, das der positiven Alcylgruppe den Geschmack verleiht, z. B. den süfsen in Chloroform, den bitteren in Chloralhydrat.

Gewöhnlich sind es also die den niederen Gruppen angehörigen Elemente, deren Salze schmecken, ganz im Gegensatz zu den besonders in den höheren Gruppen angehäuften Elementen, welche gefärbte Verbindungen geben, Chrom, Mangan, Eisen, Kobalt, Nikel, dessen Oxydulsalze auch herb und etwas süfslich schmecken sollen.

Wenn Calomel (*καλὸν μέλαν*) Mercurius „dulcis", „Manna metallorum", „versüfstes Quecksilber" heifst, so ist das unlösliche und daher geschmacklose Salz nur im Gegensatz zum Sublimatum corrosivum so benannt worden. Ebenso wenig schmecken süfs Ferrum sulfuricum, ferrum lacticum, Kalium permanganicum[1] „u. A.", die nach OEHRWALL „entschieden süfs schmecken" sollen. Folgende Elemente sind demnach sapigene:

(Siehe die Tabelle auf der nächsten Seite.)

Das sind die sapigenen Elemente, die amaragenen stehen an den Aufsenseiten des Systems, ihr positiver oder negativer Charakter ist deutlich ausgeprägt, die dulcigenen Elemente stehen in der Mitte, d. h. diejenigen Elemente sind dulcigen, die einen doppelten Charakter zeigen, eine Doppelnatur in sich vereinen, weshalb sie scherzweise von den Chemikern die „Schnabelthiere"[2] unter den Elementen geheifsen werden, da sie sich mit Säuren als Basen und auch mit Basen als Säuren zu Salzen verbinden.

Und diese Doppelnatur ist es, die sämmtlichen süfs schmeckenden Verbindungen eigen ist. Süfs schmecken nur drei Gruppen:

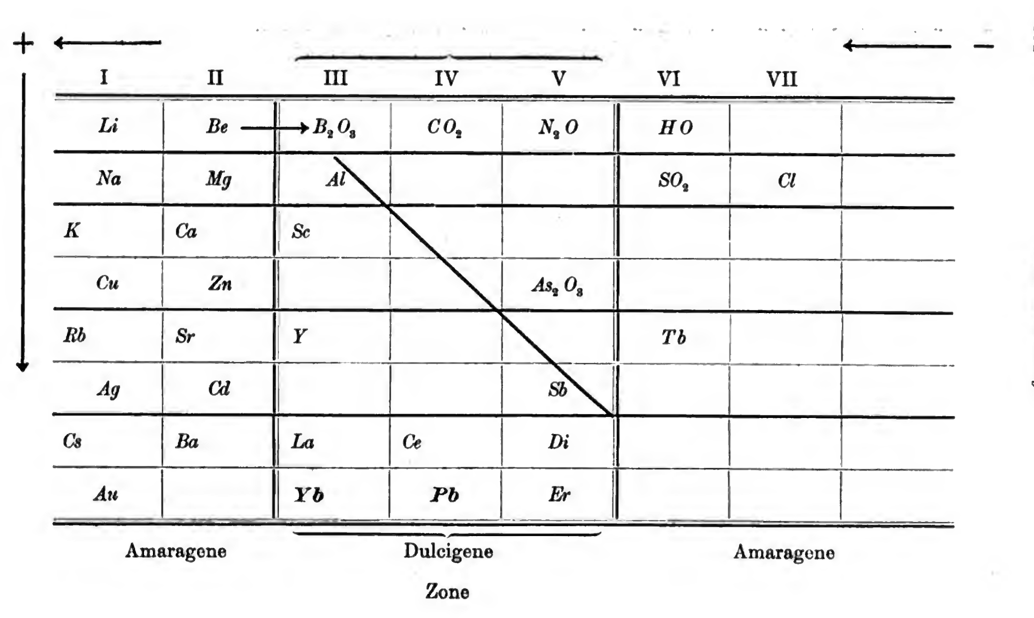
I. Von organischen Verbindungen:

1. Die N-losen mehrsäurigen Alkohole und Zucker. Die Alkohole, die eine Mittelstellung zwischen Kohlenwasserstoffen

---

[1] Kalium permanganic. schmeckt ROLLET scharf bitter. *Mittheilungen des naturwiss. Vereins für Steiermark* S. 35. 1897.

[2] Die kleine Gruppe der Schnabelthiere, Ornithorhynchus paradoxus, nimmt die unterste Stufe der Säugethiere ein, da ihr Bau mehrfach an den der Vögel erinnert, indem sie ein doppeltes Brustbein und ein zahnloses, schnabelförmiges Maul haben.


+
−
I
II
III
IV
V
VI
VII
Li
Be
B_2O_3
CO_2
N_2O
HO
Na
Mg
Al
SO_2
Cl
K
Ca
Sc
Cu
Zn
As_2O_3
Rb
Sr
Y
Tb
Ag
Cd
Sb
Cs
Ba
La
Ce
Di
Au
Yb
Pb
Er
Amaragene
Dulcigene
Zone
Amaragene

und Carbonsäuren einnehmen, reagiren zwar vollkommen neutral gegen Pflanzenfarben, erinnern jedoch an die Basen der anorganischen Chemie, da sie ebenfalls OH-haltige Verbindungen darstellen, die sich mit Säuren unter H_2O Abspaltung zu den Salzen analog zusammengesetzten Estern verbinden, andererseits verbinden sie sich aber auch wie Säuren mit Basen und bilden Alcoholate resp. Saccharate.

Freilich müssen die diese Doppelnatur bedingenden Gruppen, die Alcyl- und OH-Gruppe, harmonisch in Bezug auf Anzahl derselben verknüpft sein, damit der süfse Geschmack zu Stande kommt.

2. Die N-haltigen Süfsstoffe sind die α-Aminosäuren. Die Aminosäuren spielen eine Doppelrolle, da sie sich mit Säuren als Basen und als Säuren mit Basen zu Salzen zu verbinden vermögen, freilich ist zum Hervortreten der Süfsigkeit auch hier eine Harmonie im Molecül nothwendig und zwar bezieht diese sich hier auf die Stellung der den Doppelcharakter bedingenden Gruppen NH_2 und $COOH$, weshalb erst der α- bezw. o-Stellung der süfse Geschmack eigen ist.

II. Von anorganischen Verbindungen:

3. Die löslichen Salze der dulcigenen Elemente, die Tannica dulcia.

Sämmtlichen süfsen Verbindungen ist also eine Harmonie im chemischen Bau eigen, entsprechend dem angenehmen Geschmack des Süfsen, sie ist es, welche der Süfsigkeit zu Grunde liegt.

Ist dem so, so ist es ein Postulat, dafs eine Störung der Harmonie im Molecül den süfsen Geschmack benehmen mufs; ja noch mehr, ist es wirklich so, dafs die im Molecül herrschende Harmonie der süfsenden Eigenschaft zu Grunde liegt, so mufs eine Störung derselben nicht nur den süfsen Geschmack nehmen, sondern sogar den bitteren zunächst herbeiführen, wenn anders die Störung nicht so erheblich ist, dafs Geschmacklosigkeit eintritt. Mit diesen theoretischen Erwägungen stehen die Thatsachen im besten Einklang. Denn die bitter schmeckenden Verbindungen bestehen ebenfalls nur aus drei Gruppen und zwar stehen dieselben in den intimsten Beziehungen zu den süfs schmeckenden drei Gruppen.

	Süſs schmeckende Verbindungen	**Bitter** schmeckende Verbindungen	
A. Organische Verbindungen		Saccharate +	
	1. *N*-lose: Alkohole {+} Zucker {—}	Glucoside — Bitterstoffe —	Die „Bittermittel", Tannica amara
	2. *N*-haltige: α-Aminosäure {+ —}	Alcaloide +	
B. Anorganische Verbindungen	3. III—V Dulcigene Zone {+ —} Tannica dulcia	I—III, VI—VIII Amaragene Zone {+ —} Amara salina	

Süſs und bitter zugleich schmeckt eine Reihe von Stoffen, am bekanntesten ist „Dulcamarin"-„Bittersüſs".[1] Nur wenige Körper giebt es, die zugleich schmecken und färben; bitter schmeckt der älteste Farbstoff Pikrinsäure (πικρός) WELTERS'sches Bitter, auch Indigbitter genannt, Methylenblau, Caramel, daher „Zuckercouleur" genannt, die Ammoniumbasen färben und schmecken bitter, süſse Farbstoffe giebt es aber nur zwei: Pyronin und m. Amidobenzonitril.

Wenn einerseits die Geschmacksempfindungen süſs und bitter die diametral entgegengesetzten Modalitäten sind, andererseits aber die Molecüle der süſs und bitter schmeckenden Substanzen sehr nahe bei einander liegen, so daſs aus dem süſsen Molecül leicht ein bitteres und umgekehrt erzeugt werden kann, so zeugt dies ebenso sehr von der Feinheit des Sinnesorganes wie von der teleologischen Bedeutung, eine minimale Veränderung der Materie durch einen möglichst groſsen Effect sicher zu kennzeichnen. Während die Molecüle mit ausgeglichener Positivität und Negativität nicht schädlich sein können, so daſs sie durch den süſsen Geschmack ausgezeichnet sind, also müssen die Molecüle mit ausgesprochenem

[1] Das Glycosid Dulcamarin ist mit dem glycosidischen Alcaloid Solanin enthalten in den Stipites Dulcamarae, Bittersüſsstengel, Tiges de Douceamère, Bittersweet.

positiven oder negativen Charakter chemisch wirksam sein und demnach durch den bitteren Geschmack kenntlich gemacht sein. So ist teleologisch der bittere Geschmack der selbst den süſsen Zuckerkern einschlieſsenden Glycoside zu verstehen. Denn auf diese Weise wird nicht nur der leicht zersetzliche und hochbedeutsame Zucker vor der Oxydation bewahrt, sondern es wird dadurch der Schutz wichtiger Organe, die ihn beherbergen, z. B. der Keime oder der Früchte vor den Angriffen der Feinde zugleich garantirt. Der bittere Geschmack im Verein mit giftigen Eigenschaften machen das Fruchtfleisch so lange ungenieſsbar, bis der Samen seine Entwickelung abgeschlossen hat.

Wie also die psychische Lustempfindung in dem Gebiete der Hörsphäre mit einer gewissen Einfachheit im Zahlensystem der physikalischen Ursachen der Empfindungen zusammenfällt, also darf man nunmehr die psychische Lustempfindung im Gebiete des Geschmackssinnes auf eine Einfachheit der chemikalischen Bedingungen der Empfindungen zurückführen.

(*Eingegangen am 1. April 1899.*)

(Aus dem Psychologischen Seminar der Universität Berlin.)

Ueber die maximale Geschwindigkeit von Tonfolgen.

Von

Otto Abraham und Karl L. Schaefer.

In ihrer Untersuchung über die „Wahrnehmung kürzester Töne und Geräusche“ [1] haben O. Abraham und L. J. Brühl nachgewiesen, dafs von C_1 bis g^4 nur zwei Schwingungen zur Erkennung der Höhe eines Tones nothwendig sind. Die Dauer dieser zwei Schwingungen, also die Dauerschwelle des Tones, nimmt mit zunehmender Schwingungszahl von C_1 bis g^4 continuirlich ab, was a. a. O. durch eine Curve graphisch veranschaulicht ist. Die folgende Tabelle I stellt die nämlichen Verhältnisse zahlenmäfsig dar, indem sie die Dauerschwelle der Töne *C*, *D*, *E*, *F*, *G*, *A*, *H* in den verschiedenen Octaven in Tausendstel-Secunden (σ) angiebt.

Tabelle I.

	Contra-Octave	Grofse Octave	Kleine Octave	Eingestr. Octave	Zweigestr. Octave	Dreigestr. Octave	Viergestr. Octave
C	60,6	30,3	15,2	7,6	3,8	1,9	0,95
D	53,9	26,9	13,5	6,7	3,4	1,7	0,84
E	48,4	24,2	12,1	6,1	3,0	1,5	0,76
F	45,5	22,7	11,4	5,7	2,8	1,4	0,71
G	40,4	20,2	10,1	5,1	2,5	1,3	0,63
A	36,3	18,2	9,1	4,5	2,3	1,1	—
H	32,3	16,2	8,1	4,0	2,0	1,0	—

Hieran knüpft sich nun die weitere Frage, ob die Verschiedenheit der Dauerschwellenwerthe einen Einflufs auf die

[1] *Zeitschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg.* 18, 177—217.

maximale Geschwindigkeit von Tonfolgen in verschiedenen Höhenlagen ausübt. Diese Frage ist nicht nur für den Physiologen interessant, sondern dürfte es auch für den Musiker sein, wenn sie in die Form gekleidet wird: Wie rasch kann man in den verschiedenen Octaven trillern, beziehungsweise tremuliren, ohne daſs die Töne zu einem Accorde verschmelzen, und wie rasch darf höchstens eine musikalische Figur gespielt werden? Wir wollen im Folgenden beides nach einander behandeln.

I. Die maximale Geschwindigkeit des Trillers und Tremolos.

Was zunächst die Versuchsanordnung anlangt, so wurden die Töne durch Anblasen einer Sirenenscheibe erzeugt, also einer Kreisscheibe, auf der mehrere concentrische Löcherkreise ausgestanzt waren. Für die höheren Octaven benutzten wir die von Abraham zu seinen Versuchen über kürzeste Töne verwendete und l. c. beschriebene Aluminiumscheibe, für die tieferen eine nach demselben Princip aus Holz gefertigte, deren Löcher einen etwas gröſseren Durchmesser (5 mm) hatten. Das Anblasen geschah mittels zweier kleiner Röhren, deren Lichtung genau gleich der Gröſse der Löcher war. Den Wind lieferte theils ein Compressionsapparat, theils wurde mit dem Munde angeblasen. Die Rotation der Scheibe besorgte entweder ein sehr gleichmäſsig laufender Motor, oder einer von uns, der sich besonders darauf eingeübt hatte, mit der Hand. Uebrigens kam es bei diesen Versuchen insofern nicht auf eine durchaus constante Umdrehungsgeschwindigkeit an, als Abraham mit Hülfe seines erprobten absoluten Gehörs in jedem Augenblicke die gerade vorhandene Tonhöhe angeben und die etwa vorkommenden kleinen Schwankungen in Berechnung ziehen konnte. Das Intervall der im Triller oder Tremolo alternirenden Töne ist ohnehin unabhängig von der Schnelligkeit der Drehung. Wenn der eine Kreis z. B. 8 n, der andere 9 n Löcher hatte, so muſste das Intervall stets eine Secunde bleiben, wie hoch die Töne und wie rasch ihre Aufeinanderfolge auch sein mochten. Durch Combination des Kreises von 8 n Löchern mit einem anderen von 10 n Löchern erhielten wir Töne, die im Verhältniſs der groſsen Terz zu einander standen, und ebenso konnten wir auch Quarten- und Quinten-Tremoli herstellen. Das alternirende Anblasen der Löcherreihen durfte nicht etwa so ausgeführt werden, daſs der

Wind immer erst durch die eine und dann durch die andere Röhre gegen die Scheibe getrieben wurde. Wir liefsen vielmehr den Doppelluftstrom continuirlich wirken und verklebten oder verstopften dafür abwechselnd gleiche Strecken der beiden Löcherkreise. So war zuweilen die erste Hälfte des einen Kreises und die zweite Hälfte des zweiten mit dickem Papier überzogen. In anderen Fällen wurden der erste und dritte Quadrant des einen Kreises und der zweite und vierte des anderen mit Korkstöpseln abgedichtet. Ob die Kreise in Halbkreise, Quadranten, Sextanten oder Octanten getheilt wurden, richtete sich darnach, ob wir höhere oder tiefere Töne erzielen wollten. Wir haben im Allgemeinen, um Beeinflussungen zu verhüten, beliebig zwischen höheren und tieferen Tonlagen gewechselt.

War die Sirene in der angegebenen Weise vorgerichtet, so begann der Versuch. Wir drehten zunächst die Scheibe ganz langsam und bekamen so tiefe, noch deutlich getrennt zu hörende Töne. Dann ward die Geschwindigkeit allmählich gesteigert, so dafs die Töne immer höher und kürzer wurden, bis wir an eine ziemlich scharf bestimmbare Grenze gelangten, bei der dieselben nur eben noch einzeln wahrgenommen werden konnten beziehungsweise eben anfingen, mit einander zu verschmelzen. Jenseits dieses Momentes, der vielleicht als Trillerschwelle zu bezeichnen wäre, bildeten dann die beiden Töne einen unterbrochenen Accord, der mit weiterer Beschleunigung der Rotation mehr und mehr an Glätte zunahm. Wir stellten hierauf die Beobachtung auch auf dem umgekehrten Wege an, indem wir vom Accord ausgehend den Punkt der eben merklich werdenden Trennung der Töne aufsuchten, was sich im Allgemeinen als die zweckmäfsigere Methode erwies. Jedenfalls wurden stets beide Arten des Experimentes so oft wiederholt, bis wir zu einem klaren Urtheil über die Trillerschwelle und die ihr entsprechende Höhe der Töne gekommen waren. Alsdann genügte eine einfache Rechnung, um die zugehörige Dauer (d) der Töne zu finden. War nämlich s die Schwingungszahl eines derselben und n die Löcherzahl des zugehörigen Kreissectors, so mufste $d = \frac{n}{s}$ Secunden sein. Die Schwingungszahlen wurden für $a^1 = 440$ genommen.

Die Resultate unserer Versuche, die sich von der Contra-Octave bis zur viergestrichenen erstreckten, sind, nach zunehmender Höhe des tieferen Tones geordnet, in der nach-

stehenden Tabelle II zusammengestellt, die wohl keiner weiteren Erläuterung bedarf.

Tabelle II.

		σ			σ
$G_1\ D$	Quinte	41,66	$g^1\ d^2$	Quinte	31,75
$A_1\ E$	"	38,46	$h^1\ d^2$	Kl. Terz	34,47
$B_1\ F$	"	35,71	$d^2\ dis^2$	Kl. Secunde	35,35
$D\ F$	Kl. Terz	41,66	$d^2\ dis^2$	"	35,35
$D\ F$	"	41,66	$d^2\ f^2$	Kl. Terz	32,26
$E\ G$	"	38,46	$d^2\ f^2$	"	32,26
$G\ c$	Quarte	40,00	$dis^2\ fis^2$	"	30,77
$A\ d$	"	37,04	$dis^2\ fis^2$	"	30,77
$B\ des$	Kl. Terz	41,66	$e^2\ fis^2$	Gr. Secunde	31,85
$B\ des$	"	41,66	$f^2\ c^3$	Quinte	35,09
$B\ f$	Quinte	35,71	$fis^2\ cis^3$	"	33,33
$B\ f$	"	35,71	$fis^2\ cis^3$	"	33,33
$c\ g$	"	32,26	$g^2\ c^3$	Quarte	35,09
$cis\ e$	Kl. Terz	36,36	$g^2\ d^3$	Quinte	31,75
$dis\ fis$	"	32,26	$c^3\ es^3$	Kl. Terz	35,71
$dis\ fis$	"	32,26	$c^3\ es^3$	"	35,71
$e\ g$	"	37,74	$cis^3\ e^3$	"	34,47
$f\ as$	"	35,71	$cis^3\ e^3$	"	34,47
$f\ c^1$	Quinte	35,71	$d^3\ e^3$	Gr. Secunde	34,13
$g\ d^1$	"	31,75	$d^3\ f^3$	Kl. Terz	32,26
$a\ h$	Gr. Secunde	31,85	$d^3\ f^3$	"	32,26
$a\ e^1$	Quinte	28,57	$d^3\ f^3$	"	32,26
$b\ c^1$	Gr. Secunde	28,41	$dis^3\ fis^3$	"	30,30
$des^1\ f^1$	Gr. Terz	32,26	$dis^3\ fis^3$	"	30,30
$des^1\ f^1$	"	32,26	$es^3\ f^3$	Gr. Secunde	32,26
$d^1\ fis^1$	"	31,75	$a^3\ d^4$	Quarte	42,73
$es^1\ ges^1$	Kl. Terz	29,86	$h^3\ e^4$	"	37,04
$es^1\ g^1$	Gr. Terz	29,86	$c^4\ d^4$	Gr. Secunde	42,73
$f^1\ fis^1$	Kl. Secunde	31,25	$des^4\ es^4$	"	40,00
$f^1\ g^1$	Gr. Secunde	28,57	$des^4\ es^4$	"	40,00
$f^1\ g^1$	"	28,57	$d^4\ e^4$	"	38,46
$ges^1\ des^2$	Quinte	32,79	$es^4\ f^4$	"	35,71
$g^1\ d^2$	"	31,75	$es^4\ f^4$	"	35,71
$g^1\ d^2$	"	31,75			

Wie man sieht, kann abgesehen von den Grenzlagen, in denen die zur Erzielung der Trillerschwelle nöthige Zeit ein wenig gröfser ist, in allen Octaven ungefähr gleich schnell getrillert oder tremulirt werden, und macht dabei das Intervall der Töne keinen nennenswerthen Unterschied. Hervorgehoben zu werden verdient der Umstand, dafs in der hohen Region die Dauerschwelle im Triller so sehr viel länger ist, als die zur Perception eines einzigen Tones erforderliche. Eine Vergleichung der Tabellen I und II zeigt, dafs beide Werthe sich immer mehr einander nähern, je tiefer man in der Tonreihe hinabsteigt, und schliefslich zusammenfallen.

II. Die maximale Geschwindigkeit musikalischer Figuren.

Diesen Gegenstand, der den schwierigeren Theil unserer Arbeit bildete, untersuchten wir gemeinschaftlich mit Herrn Professor Oskar Raif von der Königlichen Hochschule für Musik, welcher gleich Abraham unter gewöhnlichen Umständen ein sicheres absolutes Tonbewufstsein besitzt und mit dankenswerthester Liebenswürdigkeit uns seine werthvolle Hülfe zu Theil werden liefs. Der Versuchsmodus blieb derselbe wie bisher, nur dafs eben die Anzahl der auf einander folgenden Töne vermehrt wurde und jetzt aufser auf ihre absolute Höhe auch noch auf ihre Reihenfolge geachtet werden mufste. Wir haben im Ganzen fünf Versuche angestellt. In den vier ersten bestand die Figur aus vier Tönen, im letzten aus fünf. Bei grofser Geschwindigkeit des Scheibenumlaufs hörte man nur, dafs es sich um eine Mehrheit von nicht völlig gleichzeitigen Tönen handle. Die Beobachter konnten daher die absoluten Tonhöhen gröfstentheils richtig erkennen (insbesondere die des höchsten und die des tiefsten der Töne), aber nichts oder wenigstens nichts Sicheres über die Reihenfolge aussagen. Dieselbe wurde erst bei einer durchschnittlichen Dauer jedes einzelnen Tones von $^1/_{10}$ Sec. oder 100 σ erkannt.

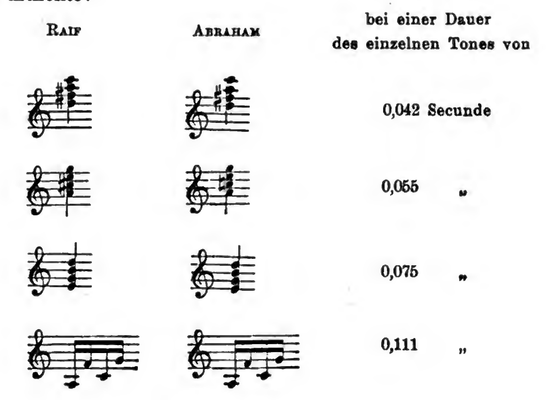
Eine Wiedergabe der fünf Versuchsprotokolle wird diese Verhältnisse am besten illustriren.

1. Versuch.

Die Intervallfolge war:



Es urtheilte:



2. Versuch.

Die Intervallfolge war:
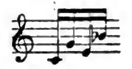


Es urtheilte:

RAIF	ABRAHAM	bei einer Dauer des einzelnen Tones von
		0,037 Secunde
		0,059 „
		0,091 „

3. Versuch.

Die Intervallfolge war:



Es urtheilte:

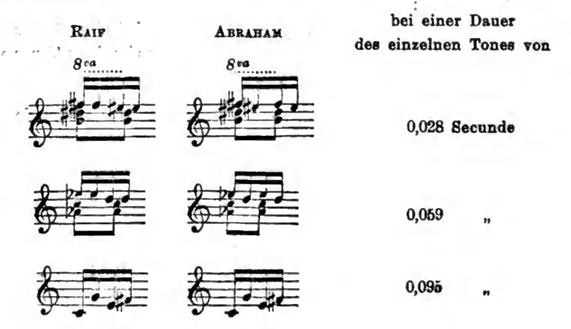
Raif	Abraham	bei einer Dauer des einzelnen Tones von
		0,055 Secunde
		0,076 "
		0,111 "

4. Versuch.

Die Intervallfolge war:



Es urtheilte:



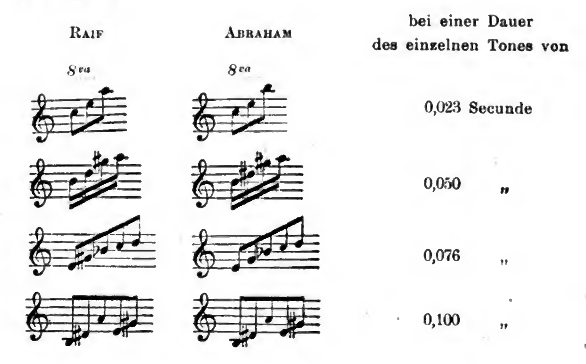
Raif	Abraham	bei einer Dauer des einzelnen Tones von
8va	8va	0,028 Secunde
		0,059 "
		0,095 "

5. Versuch.

Die Intervallfolge war:



Es urtheilte:



Beide Versuchspersonen haben hiernach im Grofsen und Ganzen auffallend gleichmäfsig geurtheilt, fast übereinstimmend richtig und falsch. Bemerkenswerth ist, dafs die dem musikalischen Ohre ungewohnteren Toncombinationen unrichtiger beurtheilt wurden und die Neigung bestand, sie in bekanntere umzudeuten. So glaubten die Beobachter z. B. im 1. Versuch statt der wirklichen Töne die ihnen geläufigeren Tonfolgen des kleinen Septimenaccordes zu hören.

Wie für die Analyse des Accordes, so wurde auch für die Bestimmung des Rhythmus der tiefste Ton unwillkürlich als erster Ton gewählt, wohl in Folge musikalischer Gewohnheiten. Er schien stärker aus der Tonfolge herauszuspringen, so dafs es Mühe machte, mit einem anderen Ton willkürlich den Rhythmus beginnen zu lassen. Besonders interessant waren gewisse Täuschungen im Urtheil über den Rhythmus. Als wir bei zwölfmaliger Wiederholung einer Figur von vier Tönen pro Secunde unsere Aufmerksamkeit dem tiefsten Ton zuwendeten, glaubte Prof. Raif, der in der Zeitbestimmung eine grofse Uebung besitzt, dafs der tiefste Ton in der Secunde nicht zwölf Mal, sondern nur

sechs Mal wiederkehre. Wir versuchten nun alle Drei, jeder für sich, die Wiederholung des tiefsten und dann des höchsten Tones durch Fingerklopfen zu markiren, und bestimmten wirklich sechs Schläge pro Secunde. Bliesen wir aber nur die eine, nämlich die tiefste oder die höchste Reihe allein an, so erschienen deutlich zwölf Töne pro Secunde. Es handelte sich also nur um eine Urtheilstäuschung. Bei zehnfacher Repetition der Figur pro Secunde hörten wir den tiefsten Ton noch blos fünf Mal wiederkehren, den höchsten aber bereits richtig zehn Mal (s. 4. Versuch). Diese höheren Töne schienen aber nicht an Intensität gleich zu sein, es folgte anscheinend immer ein schwacher Ton auf einen starken, obschon sie objectiv gleich stark sein mufsten. Offenbar wurden die beiden tieferen Töne in diesem Falle in einem halbsoschnellen Rhythmus (als Achtel) gehört, weil ihre dazwischenliegenden Sechzehntel gleichfalls schwächer zum Bewufstsein kamen und überhört wurden. Woher freilich diese scheinbaren Intensitätsverschiedenheiten selbst kamen, wüfsten wir nicht zu erklären. Es würde sich wohl lohnen, die Erscheinung selbständig weiter zu verfolgen; hier sollte sie nur als Nebenbeobachtung erwähnt sein.

(*Eingegangen am 20. März 1899.*)

Ueber das Abklingen von Tonempfindungen.

Von

OTTO ABRAHAM.

(Im Anschlufs an die vorstehende Abhandlung.)

Die folgenden theoretischen Betrachtungen sollen ein Versuch sein, die Resultate der mit Dr. SCHAEFER gemeinsam ausgeführten Untersuchungen zu erklären.

Das auffallendste Ergebnifs derselben war, dafs die Trillerschwelle für alle Töne von der grofsen bis zur viergestrichenen Octave dieselbe war, ca. 30 σ (= 0,03 Sec.) für den einzelnen Ton betrug. Es ist dies um so auffallender, weil die Dauerschwelle des einzelnen Tones nach den Untersuchungen, die ich mit Dr. BRÜHL ausgeführt hatte[1], im Wesentlichen eine Function der Schwingungsdauer ist. Um diesen Unterschied zu erklären, müssen wir streng unterscheiden zwischen einem physikalischen und physiologischen Ton. Ein physikalischer Ton braucht, wie in der eben erwähnten Arbeit gefunden wurde, nur 2 Schwingungen, um einen Nervenprocefs hervorzurufen; damit ist aber noch nichts gesagt über die Dauer des Nervenprocesses selbst. Wie auch die Endorgane unseres Hörnerven beschaffen sein mögen, ob sie Resonatoren sind oder nicht, wie auch der Nervenprocefs und die Function des betreffenden Gehirntheils erklärt werden möge, das Eine steht jedenfalls fest, dafs eine Empfindung nicht völlig synchron mit dem Reiz anfängt und aufhört. Die Tonempfindung klingt an, wächst bis zu einer bestimmten Intensität an, bleibt in dieser eine Zeit lang bestehen und klingt dann ab. Für unsere Untersuchungen scheint mir die Eigenschaft des Abklingens die wesent-

[1] OTTO ABRAHAM und LUDWIG J. BRÜHL. Wahrnehmung kürzester Töne und Geräusche. *Zeitschr. f. Psych.* 18, S. 201.

liche Rolle zu spielen und mit dieser will ich mich zunächst ausschliefslich beschäftigen.

Während bei den Versuchen über die Dauerschwelle des einzelnen Tones das Abklingen unberücksichtigt blieb — denn die Wiederholung des (einzelnen) Tones erfolgte zu einer Zeit, in der das Abklingen des ersten Tones nicht mehr in Betracht kam —, ist es für unsere jetzigen Versuche sehr wesentlich. Zwei verschieden hohe Töne folgen physikalisch unmittelbar auf einander. Der erste Ton ruft eine Tonempfindung hervor, die noch nicht abgeklungen ist, wenn die Empfindung des zweiten Tones beginnt; wir hören daher während dieser Zeit des Abklingens beide Töne, d. h. einen Zusammenklang. Machen wir uns diesen Vorgang graphisch klar.

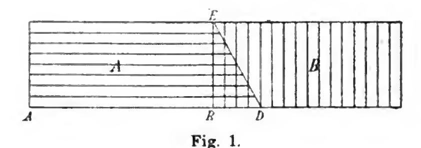


Fig. 1.

In Fig. 1 seien die den physikalischen Tönen entsprechenden Tonempfindungen dargestellt; ich will in dieser Figur absehen von dem unwesentlichen Anklingen, mich auch nicht kümmern um die Form der Abklingecurve, wie sie der Wahrscheinlichkeit entspricht, sondern den einfachsten Fall annehmen, dafs die Tonempfindung proportional der Zeit abklinge, d. h. in der Figur in der Form einer geraden Linie (andere Curvenformen werden sich dann auf diese beziehen lassen). Der Ton klingt dann von *E* bis *D* ab, und man sieht an dem Dreieck *BED*, dafs ein Vermischen der beiden Töne stattfinden mufs. Man müfste also eigentlich erst den Ton *A* hören, dann einen kurzen Accord *AB* und dann Ton *B* allein; es ist jedoch nicht nothwendig, dafs der Accord zur bewufsten Empfindung gelangt; er kann zu kurzdauernd sein und kann aus anderen Gründen von dem Ton *B* völlig verdeckt werden.

In Wirklichkeit hören wir (s. vorstehende Abhandlung), sobald die physikalischen Töne 30 σ dauern, beide Töne deutlich getrennt als Triller. Das kann nur daran liegen, dafs die Zeit, in welcher Ton *B* allein in der Empfindung klingt, sehr grofs

ist im Verhältnifs zur Dauer des Accordes d. h. zur Zeit des Abklingens.

Lassen wir jetzt dieselben Töne, die eben 30 σ dauerten, nur z. B. 3 σ dauern, dann bleibt zwar die Zeit des Abklingens von dieser Aenderung unbeeinflufst, aber jetzt fällt der ganze 2., ja der 3., 4. etc. Ton noch in die Abklingezeit des 1. Tones.

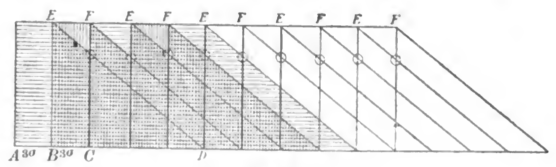


Fig. 2.

Man hört also nur einen Accord, denn ein zeitliches Ueberwiegen des einzelnen Tones *B* über den Accord ist überhaupt nicht vorhanden, und das Intensitätsübergewicht derselben, ausgedrückt durch die Dreiecke *EFO*, das sich in allen folgenden Tönen wiederholt, ist nur sehr gering und kann keineswegs die Accordintensität *BEOC* verdecken. Das Stück *EFO* besteht eigentlich in einem Qualitätswechsel der Accordempfindung, entstanden durch die Intensitätsabnahme des einen Accordtones. Es entsteht durch diesen Intensitätswechsel die Rauhigkeit, wie sie sich bei unseren Versuchen gezeigt hat (s. vorst. Abhandlung).

Nach dieser graphischen Darstellung erklären sich unsere Versuche folgendermaafsen: W i r h ö r e n u n m i t t e l b a r a u f e i n a n d e r f o l g e n d e T ö n e d e u t l i c h g e t r e n n t a l s T r i l l e r, s o b a l d die A b k l i n g e z e i t v e r s c h w i n d e n d k l e i n i s t i m V e r h ä l t n i f s z u r D a u e r d e r T ö n e; w i r h ö r e n u n m i t t e l b a r a u f e i n a n d e r f o l g e n d e T ö n e a l s r a u h e n Z u s a m m e n k l a n g, w e n n d i e A b k l i n g e z e i t i n e i n e m z u g r o f s e n V e r h ä l t n i f s s t e h t z u r D a u e r d e r T ö n e. Das Auffallende bei unseren Versuchen war aber, dafs für alle Töne von der grofsen bis zur viergestrichenen Octave dieselbe Zeit ca. 30 σ für den Trillerton erforderlich war, um eine deutliche Trillerempfindung zu bewirken. Ich glaube daher zu dem Schlufs berechtigt zu sein, dafs a l l e T ö n e, u n a b h ä n g i g v o n i h r e r H ö h e, d i e s e l b e A b k l i n g e z e i t h a b e n. Ich wage es, diesen Satz auszusprechen, obwohl die allgemeine musikalische Erfahrung

dem gegenüberzustehen scheint, dafs auf dem Clavier und anderen Musikinstrumenten ein Triller in tieferen Tonlagen schon bei geringerer Geschwindigkeit zu einer undeutlichen Accordempfindung verschmilzt als in höheren Lagen. Noch widersprechender aber scheinen meiner Behauptung die Resultate ALFRED MAYER's zu sein.[1] Dieser liefs einen bestimmten continuirlichen Ton durch eine rotirende mit Oeffnungen versehene Scheibe dringen und berechnete die Zahl der Tonunterbrechungen, welche bei verschiedenen Tonhöhen nöthig war, damit die intermittirende Tonempfindung zu einer continuirlichen wurde. Daraus berechnete er die Zeit des Abklingens und fand für die einzelnen Töne folgende Werthe, die er in Form einer Tabelle zusammenstellte:

$C = \frac{1}{25}$	Secunde	$c_2 = \frac{1}{130}$	Secunde
$c = \frac{1}{45}$	"	$e_3 = \frac{1}{153}$	"
$c_1 = \frac{1}{70}$		$g_2 = \frac{1}{166}$	"
$g_1 = \frac{1}{102}$	"	$c_3 = \frac{1}{180}$	"

Aehnliche Resultate erhielt bei anderer Versuchsanordnung URBANTSCHITSCH[2], der die Zeit der Pause berechnete, die eben genügte, um den Tonempfindungen einen intermittirenden Charakter zu geben. Dieser Unterschied der Berechnung ist der Grund, dafs die Zahlen URBANTSCHITSCH's gröfser sind als die Zahlen MAYER's; im Wesentlichen stimmen aber beide Autoren darin überein, dafs für die Unterbrechungsschwelle die Pausendauer eine Function der Schwingungsdauer d. h. der Tonhöhe ist.

Diese Versuche scheinen mit unseren Versuchen und meinen Schlufsfolgerungen daraus in krassem Widerspruch zu stehen. Ich prüfte deshalb zunächst in etwas veränderter Form die MAYER'schen Versuche nach und konnte die MAYER'schen Resultate vollauf bestätigen. Die Differenzen waren nur geringfügig. Da nun also an der Richtigkeit der Ergebnisse, der MAYER'schen

[1] *American Journal of Science and Arts* 8, 244; 9, 2; 47, 14.

[2] Ueber das An- und Abklingen akust. Empfindungen. PFLÜGER's *Archiv für Physiologie* 25, 328.

sowohl als der unsrigen, nicht zu zweifeln ist, mufs entweder für unsere oder für M.'s Resultate eine andere Erklärung gesucht werden. Der Grund für unsere Trillerschwelle wie für die Schwelle des Unterbrochenklingens bei Mayer mufs im Wesentlichen im Abklingen zu suchen sein. Der Unterschied zwischen beiden Versuchsanordnungen ist aber der, dafs Mayer denselben Ton nach kurzer Pause wiederholte, wir zwei verschieden hohe Töne physikalisch unmittelbar aufeinanderfolgen liefsen. Mayer und Urbantschitsch sagen nun, dafs der Moment, in dem die discontinuirliche Tonempfindung gerade in eine continuirliche übergeht, maafsgebend sei für das Abklingen des Tones. Diesen Schlufs wage ich zu bezweifeln; denn, falls auch der 1. Ton noch nicht völlig abgeklungen ist, wenn der 2. Ton derselben Höhe einsetzt, so braucht dadurch doch noch keine continuirliche Tonempfindung erzeugt zu werden, denn der Intensitätsunterschied des abklingenden Tones und des neu beginnenden, zu welchem sich noch die Intensität des abklingenden zum Theil addirt, ist es, der die Intermittenz, die Rauhigkeit veranlafst. Und hier ist zu bedenken, dafs bei wechselnden Intensitäten mit genügender Differenz stets die schwächere völlig = 0 erscheint. Die völlige Zeit des Abklingens ist also durch die Mayer'schen Versuche ebensowenig wie durch die Versuche Urbantschitsch's gefunden.

Man mache den bekannten Versuch, den man in der Kindheit so oft gemacht hat; man lasse einen continuirlichen Ton spielen und verstopfe und öffne mit der Fingerbeere rhythmisch beide Gehörgänge. Dann hört man den Ton nur bei geöffnetem Gehörgang, bei geschlossenem eine Pause, d. h. bei schnellem Oeffnen und Schliefsen einen intermittirenden Ton; läfst man dagegen die Gehörgänge continuirlich verschlossen, dann hört man einen continuirlichen leisen Ton, der bei dem rhythmischen Zumachen gar nicht vernommen wird. Genau diesem Versuch scheinen mir die Versuche Mayer's und Urbantschitsch's zu entsprechen, und ich glaube, dafs man trotz der gröfsten Uebung und Aufmerksamkeit nicht berechtigt ist, zu sagen, die eine Intensität sei = 0, wenn sie mit einer anderen weit gröfseren Intensität schnell hintereinander wechselt. In seiner letzten diesbezüglichen Abhandlung[1] sagt Mayer selbst, dafs seine Unter-

---

[1] Mayer, Researches in Acoustics. *Amer. Journ. of Science* 47. 1894, S. 3.

suchungen nicht „the total duration of the after-sensation of a sound" bestimmen, sondern „that duration in which the after-sensation of a sound does not perceptibly diminish in intensity". Das wäre meinen Ausführungen analog, wenn Mayer nicht stillschweigend angenommen hätte, dafs die Empfindungsintensitäten bei gleicher Reizstärke dieselben wären; wenn sie aber ungleiche sind, dann läfst sich nach den Mayer'schen Versuchen weder über die ganze noch über einen Theil der Abklingezeit etwas aussagen, da die Differenzen der Intensitäten dann eine Function der Empfindungsintensitäten sind. (Die Aenderungen der Reizstärke, die Mayer vornahm, tangiren diese Behauptung nicht.)

Nun haben aber hohe Töne bei gleicher Reizstärke eine gröfsere Empfindungintensität als tiefe Töne. Dies ist allerdings bisher nur eine Hypothese, aber die Erfahrung hat ihr eine Anzahl Stützpunkte verschafft. Helmholtz (Lehre v. d. Tonempf.) glaubte einen Beweis darin zu finden, dafs der Ton einer Sirene bei gleichmäfsigem Druck des Blasebalges mit der Höhe an Stärke bis zur Unerträglichkeit zunimmt. Eine Stimmgabel *c*, welche Zinken von gleicher Dicke und Breite hat, und mit derselben Amplitude 1 mm vibrirt wie eine Stimmgabel *C*, kann man etwa doppelt so weit vom Ohre entfernen als diese, bis die Grenze der Hörbarkeit erreicht ist.[1] Diese Erfahrungsthatsachen sprechen sehr für die Annahme der Hypothese; allerdings beweist ein constanter Druck des Blasebalges und gleiche mathematische Anordnung bei Stimmgabeln noch nicht, dafs auch der Ton physikalisch genau die gleiche Stärke hat. Die Intensität des physikalischen Tones hängt ab von dem Luftdruck des Tones d. h. der Amplitude der Lufttheilchen. Wenn man also die Empfindungsstärken bei gleichen Reizstärken untersuchen will, mufs man auch wirklich gleiche Reizstärken herstellen; es müfste also ein Apparat construirt werden, der in einem bestimmten Raumpunkte den Druck der einzelnen Töne mifst; er braucht dies für unsere Frage nicht in absoluten Maafsen zu thun, sondern nur in relativen. Einen solchen Apparat glaube ich in dem Phonographen gefunden zu haben: der Stift des Phonographen wird durch das Schwingen der mit ihm verbundenen Membran in die Wachsmasse der

---

[1] R. Koenig, Pogg. *Annal.* 157. — Stumpf, Tonpsychologie I. 370.

Walze eingedrückt, und zwar ist die Gröfse der Vertiefung proportional der Amplitude des Tones. Nehme ich einen beliebigen Ton auf der Walze auf, dann kann ich durch langsamere resp. schnellere Bewegung der Walze bei der Wiedergabe die Tonhöhe variiren. An meinem Apparat[1] gelingt dies um zwei Octaven. Die Gröfse der Vertiefungen auf der Walze bleibt davon natürlich unbeeinflufst, d. h. physikalisch haben die Töne dieselbe Intensität. Ich kann also auf dem Phonographen Töne derselben physikalischen Intensität auf ihre Empfindungsintensität hin vergleichen. Es zeigte sich nun deutlich, dafs der Ton in der Tiefe viel schwächer erscheint als in der Höhe. Man könnte nur vielleicht entgegenhalten, dafs der Stift bei der Wiedergabe nicht stets die ganze Grube ausnutzt. Aber natürlich kann er sie mehr ausnutzen bei langsamerem Hindurchgleiten als bei schnellerem; es müfsten also, wenn diese mechanische Bedingung in Betracht käme, die tieferen Töne noch lauter erklingen als die hohen. Da das nicht, sondern das Gegentheil der Fall ist, scheint dies mechanische Moment gar nicht in Betracht zu kommen. Ich untersuchte, um Klangfarbenänderung zu vermeiden, möglichst obertonlose Stimmgabeltöne, wieder mit demselben Resultat, dafs sie in der Höhe bei gleicher Amplitude stärker erscheinen als in der Tiefe. Genauere Versuchsreihen werde ich später veröffentlichen.

Jedenfalls halte ich die Hypothese für genügend gestützt, um weitere Schlüsse darauf aufbauen zu können. Ein solcher Schlufs ist die obige Erklärung der MAYER'schen Versuche. Wenn höhere Töne eine gröfsere Empfindungsstärke haben als tiefe Töne, dann ist bei ihrer schnellen Aufeinanderfolge auch die Differenz der Empfindungsintensitäten des abklingenden und des neuen Tones gröfser; ich kann daher höhere Töne schneller aufeinander folgen lassen, um dieselbe Differenz der Intensitäten zu erhalten, und wenn eine Minimaldifferenz erreicht ist, dann klingt der Ton continuirlich. Ich habe hierbei immer eine geradlinige Abklingecurve vorausgesetzt, doch würden sich diese Erörterungen auch auf andere Curvenformen anwenden lassen. — So glaube ich die MAYER'schen Versuche in Einklang bringen zu können mit meiner Annahme, dafs alle Töne eine gleiche Ab-

[1] Durch die Güte des Curatoriums der Gräfin-Luise-Bose-Stiftung ist mir ein vortrefflicher EDISON'scher Phonograph zur Verfügung gestellt worden.

klingezeit haben. Auf eine Prüfung der Frage bei verschiedener Reizintensität habe ich vorläufig aus Mangel an Meſsinstrumenten verzichtet, so daſs ich es dahingestellt sein lasse, welche Beziehung zwischen physikalischer Tonstärke und Abklingen besteht.

Viel leichter glaube ich den zuerst erwähnten Einwand, der gegen den Satz „alle Töne klingen gleich schnell ab", gemacht werden könnte, widerlegen zu können, nämlich die Erfahrungsthatsache der Musiker, daſs bei Instrumentaltönen Triller und Figuren in der Tiefe bei einer Geschwindigkeit schon verschwommen klingen, bei der sie in höheren Tonlagen noch deutlich getrennt empfunden werden. Der Unterschied von Instrumentaltönen und unseren Sirenentönen beruht erstens darin, daſs unsere Töne physikalisch nicht nachklingen, zweitens daſs sie resonanzlos sind. Nehmen wir nun einen Claviertriller, dann ist es klar, daſs die Nachschwingungen der einen Saite noch nicht aufgehört zu haben brauchen, wenn die zweite Saite angeschlagen und zum Schwingen gebracht wird. Nun richtet sich die Dauer des Nachklingens nach der Länge der Saite. Längere Saiten schwingen länger nach als kürzere, somit dauern tiefe Töne auf dem Clavier bei gleicher Anschlagsdauer länger als hohe Töne. Das hat also mit dem physiologischen Abklingen gar nichts zu thun, und es liegt kein Grund vor, aus diesen physikalischen Unterschieden auf Dämpfungsunterschiede im inneren Ohr zu schlieſsen.[1]

Wie mit dem Clavier verhält es sich bezüglich der Saitennachschwingungen mit allen Anschlagsinstrumenten, Harfe, Zither u. s. w. Auch bei den Streichinstrumenten kommen sie bei Saitenübergängen, zwar nicht für den Triller, aber doch für musikalische Figuren in Betracht.

Auch der Resonanzraum der Musikinstrumente bewirkt einen Unterschied der Töne gegen unsere resonanzlosen Klänge: Ein gröſserer Resonanzraum klingt ebenfalls länger nach als ein kleiner, so daſs auch dadurch der Triller von Instrumentaltönen in tieferen Tonlagen eher verschwommen klingt als in höheren.

[1] S. Helmholtz, Tonempfind., S. 212.

(*Eingegangen am 20. März 1899.*)

Bemerkungen über angeborene totale Farbenblindheit.

Von

ARTHUR KÖNIG.

(Mit 1 Fig.)

Wer die zahlreichen auf angeborene totale Farbenblindheit bezüglichen Abhandlungen der letzten fünf Jahre verfolgt hat, wird es erklärlich finden, dafs ich darunter die vor Kurzem erschienene Veröffentlichung von Hrn. W. UHTHOFF[1] mit besonderer Genugthuung begrüfse; bestätigt sie doch — ganz unabhängig von meinen eigenen Versuchen — in weitestem Umfange die von mir über diese Anomalie des Farbensinnes gemachten Beobachtungen und daraus gezogenen Schlufsfolgerungen.

Die nachstehenden Bemerkungen sollen nur zum näheren Nachweis dieser Uebereinstimmung dienen und dabei zugleich noch vor der längst von mir beabsichtigten gröfseren Arbeit über die vorliegenden und andere nahverwandte Fragen, — in der ich auch die ganze ziemlich umfangreiche einschlägige Literatur zu berücksichtigen gedenke —, schon jetzt einige Punkte klarstellen, die, wie die Erfahrung mich inzwischen gelehrt hat, in meinen früheren Darlegungen, nicht deutlich genug hervortreten.

1.

Alle auf angeborene totale Farbenblindheit bezügliche Abhandlungen der letzten Jahre — soweit sie wenigstens über den Rahmen blos beschreibender Mittheilungen hinausgehen — nehmen Stellung zu der von mir[2] über das Wesen jener Anomalie im Jahre 1894 aufgestellten Erklärung, der dann bald

---

[1] W. UHTHOFF. Auf S. 326 des vorliegenden Bandes *dieser Zeitschrift.*

[2] A. KÖNIG, Ueber den menschlichen Sehpurpur und seine Bedeutung für das Sehen. *Sitzungsber. der Berliner Akademie der Wissenschaften,* 21. Juni 1894.

darauf auch Hr. J. von Kries[1] beigetreten ist. Ich zeigte damals, dafs die Reizvalenzen, welche die verschiedenen monochromatischen Lichter des Spectrums für Total-Farbenblinde besitzen, den Absorptionscoefficienten derselben Lichter für den ausschliefslich in den Stäbchen vorkommenden Sehpurpur genau proportional verlaufen. Ich schlofs daraus, dafs bei totaler angeborener Farbenblindheit die Zersetzung des Sehpurpurs der die Lichtempfindung ausschliefslich bedingende periphere Procefs sei und dafs demgemäfs die Zapfen hier entweder fehlen oder wenigstens sich in einem functionsunfähigen Zustande befinden. Da nun nach a l l e n bisherigen Untersuchungen in der Fovea centralis niemals Stäbchen, sondern nur Zapfen gefunden worden sind, so mufsten nach meiner Auffassung die Total-Farbenblinden in der Fovea überhaupt keine lichtempfindenden Organe besitzen, und es konnte daher eine Probe auf die Richtigkeit meiner Ansicht durch eine nähere Prüfung des Sehens in der Fovea bei Total-Farbenblinden gemacht werden. War meine Anschauung richtig, so mufste sich ergeben, dafs die Fovea hier blind sei, oder mit anderen Worten, dafs bei totaler Farbenblindheit ein centrales Skotom bestehe. Diese selben Schlufsfolgerungen habe ich an dem genannten Orte, wenn auch mit etwas knapperen Worten und durch andere Betrachtungen unterbrochen, ausgeführt, und ich war damals schon in der Lage dieselben sofort bei einem sehr intelligenten Total-Farbenblinden prüfen zu können. Zu diesem Zwecke legte ich auf schwarzen Sammet-Carton in ziemlich nahen Abständen und stets wechselnder Anordnung zwei bis vier kleine, höchstens $^1/_{10}$ Quadratmillimeter in der Fläche enthaltende, also beinahe punktförmige Schnitzel aus weifsem Papier, die ich mit einer berufsten langen Nadel auf der Unterlage hin und her schieben konnte. Wenn ich nun den Total-Farbenblinden ersuchte, mit seinem einen functionsfähigen Auge (das andere war in Folge von Hornhauttrübungen für alle Versuche unbrauchbar) auf die Stelle hinzublicken, wo jene weifsen Schnitzelchen lagen, so gelang es fast regelmäfsig, eines derselben mit der Nadel so zu verschieben, dafs er dasselbe für einige Augenblicke nicht sah,

---

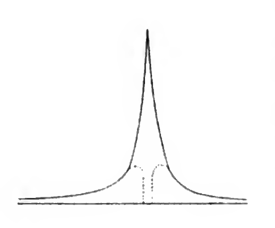
[1] J. von Kries, Ueber den Einflufs der Adaptation auf Licht- und Farbenempfindung und über die Function der Stäbchen. *Berichte der Naturforsch. Gesellsch. zu Freiburg i. B.* Bd. IX, S. 61—70.

wohl aber die dicht dabei liegenden anderen Schnitzelchen. Da der Patient zuerst gar nicht wuſste, worum es sich handelte und worauf ich hinaus wollte, so konnte von einer Beeinflussung keine Rede sein. Später gelang es ihm auch seinen Blick so über den Carton schweifen zu lassen, daſs er, wie auch die Schnitzel nahe bei einander gruppirt waren, eine Blickrichtung fand, wo (mindestens) eins derselben für ihn unsichtbar war. Das Bild des betreffenden Schnitzelchens war dann eben auf die Stelle der Fovea gefallen und dadurch verschwunden. Ich muſs noch bemerken, daſs diese Prüfung bei allen Intensitäten gelang: von einer so geringen Intensität an, daſs ich selbst die Punkte erst nach einiger Adaptation wahrnehmen konnte, bis zur Beleuchtung in vollem Sonnenschein. In letzterem Falle muſste nur darauf geachtet werden, daſs im Gesichtsfeld des Total-Farbenblinden auſser den Schnitzelchen nur der genannte als Unterlage dienende schwarze Carton vom directen Sonnenlichte getroffen wurde. Waren noch andere hellbeleuchtete Gegenstände sichtbar, so trat solche Blendung ein, daſs jede genauere Beobachtung unmöglich war.

Das Resultat dieser Beobachtung, den Nachweis eines centralen Skotoms, habe ich damals schon veröffentlicht und hole in dem Vorstehenden nur die genauere Beschreibung der von mir benutzten Methode nach.

In meiner erwähnten Veröffentlichung habe ich aber auch schon die Erklärung für die stets mit totaler Farbenblindheit verbundene auffallend geringe Sehschärfe mit folgenden Worten gegeben: „Indem die Fovea hier völlig blind ist, fällt die Stelle der sonstigen höchsten Sehschärfe fort und diese erreicht bereits am Rande der Fovea ihr Maximum, welches sich nicht sehr von dem hier unter normalen Verhältnissen bestehenden Grade der Sehschärfe unterscheidet.“ In meinen seit dem Erscheinen jener Mittheilung (1894) gehaltenen Universitäts-Vorlesungen habe ich, so oft die angeborene totale Farbenblindheit behandelt wurde, auch diese Erklärung der geringen Sehschärfe vorgetragen und durch Anzeichnen der umstehenden schematischen Figur zu veranschaulichen gesucht. Die in der Mitte, in der Fovea, zu einem Maximum hoch emporschnellende Curve stellt die normale Vertheilung der Sehschärfe auf einem Netzhautmeridian dar. Wenn nun bei totaler Farbenblindheit die Fovea völlig blind ist, fällt gerade die Spitze fort, die

Curve sinkt in ihrem mittleren Bereich auf Null und es ergiebt sich die gestrichelte Curve für die Vertheilung der Sehschärfe auf dem mittleren Theile eines Netzhautmeridians; während auf den peripheren Theilen desselben die Sehschärfe nicht von der normalen abweicht. Ein Blick auf Fig. 1 von Hrn. W. Uhthoff zeigt die überraschende Uebereinstimmung meiner schematischen Figur mit der von ihm experimentell gefundenen.



Jetzt hat Hr. W. Uhthoff dieses centrale Skotom auf ganz anderem Wege gefunden. Seine Benutzung eines ringförmigen Fixationszeichens zum Nachweis desselben ist ein ungemein glücklicher Griff, der nicht nur weitere Anwendung in analogen pathologischen Fällen verdient, sondern dessen erfolgreiche Verwendung in dem vorliegenden Falle totaler Farbenblindheit auch ein Beweis für die Richtigkeit meiner gesammten Auffassung ist.

Weshalb andere Beobachter das centrale Skotom nicht bei ihren Total-Farbenblinden gefunden haben, ist schwer zu sagen. Wahrscheinlich ist, dafs der vorhandene Nystagmus den Nachweis verhinderte, nicht völlig ausgeschlossen aber auch, dafs auf dem Foveagebiete an Stelle verkümmerter, nicht functionsfähiger Zapfen bei einem Theil der Total-Farbenblinden Stäbchen vorhanden sind. So unwahrscheinlich mir die letztere Annahme auch erscheint, so dürfte sie doch eine der möglichen Erklärungen dafür liefern, dafs das von Hrn. W. Uhthoff gefundene Skotom kein absolutes war. Es wäre bei dem von ihm untersuchten Total-Farbenblinden dann nur anzunehmen, dafs sein Foveagebiet nur sehr dünn mit Stäbchen besetzt ist,[1] während man z. B. bei dem von Hrn. J. von Kries untersuchten Fall eine dichtere Besetzung vorauszusetzen hätte. — Doch das sind alles nur Vermuthungen, über die erst die mikroskopische Untersuchung der Netzhäute von Total-Farbenblinden Aufschlufs

[1] Das Vorhandensein von etwa 50 Stäbchen auf dem ganzen 1 ½ Grad Gesichtswinkel im Durchmesser umfassenden Foveagebiet würde genügen, um die dort gefundene Sehschärfe zu erklären.

geben kann. Hier genügt es auf die Vereinbarkeit meiner Anschauungen mit den Ergebnissen der Uhthoff'schen Beobachtung hinzuweisen.

2.

In meiner oben erwähnten Abhandlung gab ich ferner eine Erklärung für den bei Total-Farbenblinden fast stets vorhandenen Nystagmus. Indem nämlich bei ihnen nach meiner damaligen Ansicht die Fovea völlig blind ist — jetzt will ich nicht bestreiten, dafs auch Fälle vorkommen, wo nur sehr geringe Sehschärfe der Fovea besteht —, haben sie keinen Punkt des deutlichsten Sehens, sondern eine kreisförmige Linie, den Rand der Fovea, auf der gleichmäfsig die relativ beste Sehschärfe vorhanden ist. Es wird bald dieser, bald jener Punkt dieses Randes zum Fixiren benutzt und das Auge macht daher stets kleine Bewegungen. Ich erinnerte daran, dafs auch Arlt die Entstehungsursache des Nystagmus ganz allgemein darin sah, dafs im Interesse bessern Sehens nach einander verschiedene Stellen des schwachsichtigen Auges dem Objecte gegenübergestellt werden.[1]

Hr. W. Uhthoff schildert nun den Nystagmus seines Total-Farbenblinden mit folgenden Worten: „Es macht den Eindruck, als habe Patient keine ganz bestimmte circumscripte centrale Netzhautpartie, die durch eine so gute Sehschärfe vor den angrenzenden Netzhautpartien sich auszeichne, wie unter normalen Verhältnissen die Fovea centralis von den benachbarten Theilen der Macula lutea. Der Untersuchte scheint beim Fixiren bald die eine bald die andere Stelle seiner Macula lutea einzustellen, gleichsam suchend und auswählend zwischen benachbarten centralen Netzhautpartien, die die ungefähr gleiche Sehschärfe haben.“ Hr. Uhthoff fügt dann ausdrücklich hinzu, dafs die Schwankungen der Gesichtslinie bei den Nystagmus-Bewegungen des Auges annähernd dem Durchmesser des relativen Skotoms gleich waren. Damit ist meines Erachtens der Nachweis dafür gegeben, dafs der Total-Farbenblinde abwechselnd mit den verschiedenen Randpartien seines relativen (oder totalen) Skotoms

[1] An dem angeführten Orte füge ich dann noch hinzu: „Sollte nicht wenigstens der Nystagmus der Kohlenbergarbeiter in ähnlicher Weise entstehen? Sie arbeiten stets in solcher Dunkelheit, dafs ihre Fovea blind sein wird und ihre gröfste Sehschärfe in den Rand derselben fällt.“

fixirt, dafs also meine Erklärung für das Zustandekommen des Nystagmus die richtige war. Auch die von Hrn. Uhthoff gefundene und oben schon erwähnte Brauchbarkeit eines ringförmigen Fixationszeichens spricht dafür.

Ferner ist noch im Sinne meiner Erklärung die Bemerkung von Hrn. W. Uhthoff beachtenswerth, dafs der Nystagmus „bei ruhigem Blick grade aus ohne bestimmtes Fixiren eines Objectes so gut wie ganz verschwinden kann". Es kommen beim Hinstarren ins Leere nach meiner Ansicht die verschiedenen gleichguten Stellen der kreisförmigen Linie des relativ schärfsten Sehens untereinander nicht in Wettstreit und die Veranlassung zu den kleinen Augenbewegungen fällt fort. Dafs diese Bewegungen unter den genannten Umständen nicht immer, sondern nur manchmal verschwinden, liegt daran, dafs sie zu einer Gewohnheit geworden sind, die nur schwer und selten völlig abgelegt werden kann.

3.

Vor einigen Jahren habe ich[1] zur Prüfung der von Hrn. E. Hering aufgestellten Ansichten von der Weifsvalenz der verschiedenen monochromatischen Lichter quantitative Bestimmungen an complementären Spectralfarben vorgenommen. Bei den hierbei ausgeführten Versuchen wurde jedesmal dasselbe Weifs aus möglichst verschiedenen Paaren spectraler Complementärfarben gemischt. Die bei hoher Intensität mit helladaptirtem Auge erhaltenen Farbengleichungen wurden dann bei möglichst niedriger Intensität mit dunkeladaptirtem Auge geprüft und da sie sich nicht mehr als richtig erweisen, wurde bestimmt, um welchen Betrag sie unrichtig geworden waren. Wegen der Einzelheiten des befolgten Verfahrens verweise ich auf meine damaligen Mittheilungen. Bei ihrer Durchsicht wird dem Leser sofort klar sein, dafs aus den dort angegebenen Zahlen auch das Resultat ganz analoger Versuche abgeleitet werden kann, wo auf der einen Seite der Farbengleichung sich nicht unzerlegtes Weifs und auf der anderen Seite ein zweicomponentiges Gemisch befindet, sondern wo beide Seiten aus solchen zweicomponentigen Weifs-Gemischen bestehen. Da nun, was uns zuerst Hr.

[1] A. König, Quantitative Bestimmungen an complementären Spectralfarben. *Sitzungsberichte der Berliner Akad. der Wissensch. vom 30. Juli 1896.*

E. Hering gezeigt hat, die Reizvalenzen des Lichtes bei totaler Farbenblindheit mit denjenigen für völlig dunkeladaptirte normale Augen übereinstimmen, so hätte ich bei jenen Versuchen auch ein total farbenblindes Auge an Stelle meines dunkeladaptirten Auges treten lassen können. Hr. W. Uhthoff hat nun [1] gemeinsam mit Hrn. H. Ebbinghaus von den vielen eben erwähnten implicite in jenen meinen Beobachtungen enthaltenen und in ihren Resultaten aus den letzteren abzuleitenden Versuchen einen thatsächlich ausgeführt, indem er zwei Weifsmischungen, die eine aus Roth und Blaugrün, die andere aus Blau und Gelb herstellte, für das normale Auge auf gleiche Helligkeit brachte und diese Gleichung dann von dem Total-Farbenblinden betrachten liefs. Es war für ihn das erstere Feld viel zu hell und zwar mufste seine Intensität auf ungefähr $^1/_5$ verringert werden, um völlige Gleichheit mit dem anderen Felde zu erzielen. Rechnet man nun aus meinen Zahlen diesen Reductionscoefficient aus [2], so ergiebt sich derselbe ungefähr gleich $^1/_4$. In Rücksicht darauf, dafs hier Beobachtungen verschiedener Beobachter an verschiedenen Apparaten mit einander in Beziehung gesetzt werden, ist diese Uebereinstimmung als eine vortreffliche zu bezeichnen — um so mehr als bei dem Uhthoff-Ebbinghaus'schen Versuch die Wellenlängen der benützten Lichter nicht angegeben werden, ich also bei der Berechnung meines Factors $^1/_4$ auf ungefähre Schätzung der benutzten Wellenlängen angewiesen bin.

Man kann also nicht bestreiten, dafs auch dieser Uhthoff-Ebbinghaus'sche Versuch sich in meine damaligen Resultate einordnen läfst und dafs er somit auch seinerseits meine damalige Beweisführung gegen die Richtigkeit der Hering'schen Theorie der Weifsvalenz kräftig unterstützt.

4.

Meine vor zwei Jahren angestellten vergleichenden Untersuchungen [3] der Sehschärfe an normalen und total farbenblinden

[1] l. c. S. 338.

[2] Man braucht zu diesem Zwecke nur einen der drei ersten Werthe (oder ihren Mittelwerth) von *c* aus Spalte 8 der in meiner Abhandlung enthaltenen Tabelle durch den letzten Werth von *c* zu dividiren.

[3] A. König, Die Abhängigkeit der Sehschärfe von der Beleuchtungsintensität. *Sitzungsberichte der Berliner Akademie der Wissenschaften vom 30. Mai 1897.*

Augen hat Hr. W. Uhthoff wiederholt, sich dabei aber auf weifses Licht beschränkt. Ein Blick auf unsere beiderseitigen graphischen Darstellungen zeigt eine überraschende Uebereinstimmung unserer Ergebnisse. Neben diesem allgemeinen Hinweis möchte ich hier noch ein paar einzelne Punkte hervorheben.

In den Curven und der Tabelle (S. 335) von Hrn. Uhthoff besteht für denjenigen Intensitätsbereich, wo die Sehschärfe des Normalen und des Total-Farbenblinden übereinstimmen, eine absolute Coincidenz, indem der Betrag der Sehschärfe für sämmtliche benutzten Helligkeiten bis auf alle (drei) angegebenen Decimalstellen derselbe ist. Das kann für Jeden der mit der Art solcher Bestimmungen vertraut ist, nur dadurch erklärt werden, dafs Hr. Uhthoff selbst mit seinem normalen Auge die bei dem Total-Farbenblinden gefundene Sehschärfe nachgeprüft, richtig befunden und dann denselben Werth in beide Spalten der Tabelle eingetragen hat. Dieses ist nun zwar theoretisch kein ganz einwandfreies Verfahren, das aber bei einem so zuverlässigen Beobachter wie Hrn. Uhthoff zu keinen unrichtigen Ergebnissen führen kann. Besser wäre es immerhin gewesen, wie ich das auch gethan habe, gesonderte Beobachtungsreihen für jedes Auge, das normale und das total farbenblinde, zu machen und dann erst die gewonnenen Zahlen zu vergleichen. Hätte Hr. Uhthoff aufserdem, wie ich, die benutzten Intensitäten noch näher zusammenliegend gewählt und auch die Bestimmungen bei einzelnen Intensitäten wiederholt, so würde unter Benutzung der Logarithmen der Beleuchtungswerthe als Abscissenaxe der geradlinige Anstieg der Sehschärfencurve deutlich hervortreten; wie das der Fall ist, wenn man mit meinen, die Uhthoff'schen Bestimmungen der Anzahl nach um das zwei- bis dreifache überschreitenden, Werthen eine solche Einzeichnung vornimmt. Man erhält dann einen in seiner Breite der Beobachtungsunsicherheit entsprechenden, im Allgemeinen gerad verlaufenden Streifen, in dem die eingetragenen Punkte unregelmäfsig, wie die Sterne in der Milchstrafse, vertheilt sind.

Auch der Ort, wo die Sehschärfencurve des Normalsichtigen und des Total-Farbenblinden auseinander gehen, ist bei Hrn. Uhthoff und mir der gleiche, sofern man nur an die Genauigkeit dieser Uebereinstimmung keine höhere Anforderung stellt, als bei derartigen Bestimmungen berechtigt ist. Aus der meiner damaligen

Abhandlung beigegebenen Figur[1] ist zu entnehmen, dafs die Sehschärfen des Normalsichtigen und des Total-Farbenblinden bis zu dem Betrage von etwa 0,13 übereinstimmen. Da nun meine damals für die Sehschärfe benutzte Einheit gleich $\frac{4}{3}$ der SNELLEN'schen Einheit ist, so ergiebt sich aus meinen Versuchen für den genannten Punkt der Sehschärfencurve in dem SNELLEN'schen Maafse $S = 0{,}13 \cdot \frac{3}{4} = 0{,}097$. Bei Hrn. UHTHOFF, dessen Sehschärfeneinheit nur unbeträchtlich von der SNELLEN'schen abweicht, ist in Tabelle B (S. 335) als gröfster der zwischen Normalsichtigen und Total-Farbenblinden gleichen Werthe $S = 0{,}092$ angegeben. Diese Abweichung ist so gering, dafs eine bessere Uebereinstimmung nicht erwartet werden kann. — Ob gleiche Werthe der zu dieser Sehschärfe erforderlichen Beleuchtungsintensität in Hrn. UHTHOFF's und meinen Versuchsreihen nöthig waren, läfst sich nicht sicher entscheiden, da wir verschiedene, schwer auf einander reducirbare Lichteinheiten benutzten und hier aufserdem noch die Weifsheit des Papiers der Sehschärfentafel, sowie die mehr oder minder gute Schwärzung der Wände des Dunkelzimmers und noch andere Umstände mit in die Rechnung eingehen.

Noch mehr erfreut als über diese Uebereinstimmung des zahlenmäfsigen Ergebnisses unserer beiderseitigen vergleichenden Sehschärfenbestimmungen, bin ich über eine Bemerkung, die Hr. UHTHOFF zur Charakterisirung der Helligkeitsstufe macht, bei der das Auseinandergehen der Curven der Sehschärfen für das normale und für das total farbenblinde Auge stattfindet. Nach meiner über die Abhängigkeit der Sehschärfe von der Beleuchtungsintensität entwickelten Ansicht tritt die stärkere Steigung der die Sehschärfe des normalen Auges darstellenden Curve, also die Abzweigung von der Sehschärfencurve des Total-Farbenblinden da ein, wo die im total farbenblinden Auge nicht vorhandenen oder wenigstens nicht functionsfähigen Zapfen in Thätigkeit treten. Nach der von mir aufgestellten Farbentheorie beginnt aber im normalen Auge eine differenzirte Farben-

[1] Wegen des geringen mir an dem damaligen Publicationsort zur Verfügung stehenden Raumes habe ich dort nur eine schematische Figur geben können.

empfindung erst da, wo die Zapfen zu functioniren beginnen; es mufs also die Abzweigung der Sehschärfencurve des normalen Auges von derjenigen des total farbenblinden auch da vor sich gehen, wo die Farbendifferenzirung beginnt. Hr. Uhthoff sagt nun (S. 347): „Das Auseinandergehen der Curven findet ungefähr bei der Beleuchtung statt, wo das normale Auge beginnt, Pigmentfarben als farbig wahrzunehmen, wie uns in dieser Hinsicht vorgenommene vergleichende Bestimmungen an unserem eigenen normalen Auge zeigten.“ Eine bessere Uebereinstimmung mit meinen Ansichten, als sie in dieser Beobachtung vorliegt, ist nicht möglich. Ich will nicht unterlassen ausdrücklich hinzuzufügen, dafs aber auch Hr. J. v. Kries diese Uhthoff'sche Angabe als Bestätigung der von ihm in Modification meiner Theorie aufgestellten Anschauung anzusehen berechtigt ist, so dafs also zwischen unseren beiderseitigen Farbentheorien dadurch keine Entscheidung herbeigeführt ist.

Literaturbericht.

M. H. Carter. **Darwin's Idea of Mental Development**. *Amer. Journ. of Psych.* 9 (4), 534—559. 1898.

Der Aufsatz unternimmt es, Darwin's Ansichten über die Bedeutung des Geistes in der organischen Entwickelung, über den Begriff „Mind", über Gehirn und Seele etc. auf Grund seiner gelegentlichen Aeufserungen zu entwickeln. Es ergiebt sich, wie der psychologisch geschulte Leser Darwin's vermuthen mufste, dafs D. über diese Fragen augenscheinlich nie ausdrücklich und abstract nachgedacht hat. Vielmehr nahm er die Begriffe der Vulgärpsychologie, die C. nicht mit Unrecht als cartesianisch bezeichnet, ohne viel Bedenken auf und verwendete sie, wo er in seinen Unternehmungen auf Fragen geistiger Entwickelung stiefs. Es scheint mir fast schon zu viel gesagt, wenn die Zusammenfassung ihn zu einem Anhänger der Wechselwirkungstheorie macht. Er drückt sich dieser Theorie entsprechend aus — aber das thut bei läfslicher Ausdrucksweise auch der Anhänger des „Parallelismus" oder irgend einer anderen Theorie.

Darwin hatte eben für diese Fragen kein Interesse; auf die allseitige inductive Begründung seiner Theorie ausgehend, übersah er in glücklicher Einseitigkeit alles Fremdartige. — Es ist ein entschiedenes Verdienst des Aufsatzes, in klarer gründlicher Weise, die sich jedes abschätzigen Urtheils enthält, diese theoretischen Schwächen Darwins nachgewiesen zu haben. Darwin's Gröfse bleibt von solchen Feststellungen unberührt — sie liegt auf einem ganz anderen Gebiete.

Interessant ist das angehängte Verzeichnifs der von Darwin citirten psychologischen Werke und der einflufsreichsten Werke, die er nicht citirt. In der ersten Abtheilung fehlen deutsche Bücher, in der zweiten überwiegen sie. Bekanntlich war Darwin des Deutschen nicht mächtig. Mit Verwunderung vermifst man Herbart's Namen in der zweiten Liste, während doch Beneke genannt ist. J. Cohn (Freiburg i. B.).

G. M. Whipple. **The Influence of Forced Respiration on Psychical and Physical Activity**. *Amer. Journ. of Psych.* 9 (4), 560—571. 1898.

Nach verstärkter Athmung tritt eine Periode von Apnoia ein, die in extremen Fällen über zwei Minuten andauert, zugleich ein Gefühl von Schwindel und Verwirrung, verbunden mit Augenflimmern etc., zuweilen gefolgt von Heiterkeit. Es wurde nun in dieser von Stanley Hall ange-

regten Arbeit untersucht, wie sich in der der gesteigerten Athmung unmittelbar folgenden Zeit die körperliche und geistige Leistungsfähigkeit gestaltet. Die dynamometrisch festgestellte körperliche Kraft zeigte sich gesteigert, dagegen das Gedächtnifs herabgesetzt, die Unterscheidung von Gesichtseindrücken und Genauigkeit von Bewegungen vermindert, die Reactionszeit auf Ton um durchschnittlich 4,25 σ — also sehr wenig — verlängert, ebenso die Unterscheidungszeit, die durch Sortiren von Karten nach der Farbe gemessen wurde; einfache Addition zeigte keine Veränderung.

J. Cohn (Freiburg i. B.).

---

1. Stefan Apáthy. **Das leitende Element des Nervensystems und seine topographischen Beziehungen zu den Zellen.** *Mittheilungen aus d. zoolog. Station zu Neapel* **12** (4), 495—748. Mit 10 lithographischen Tafeln. 1897.
2. Albrecht Bethe. **Das Centralnervensystem von Carcinus Maenas. Ein anatomisch-physiologischer Versuch.** II. Theil. Aus dem physiolog. Inst. der Univ. Strafsburg. *Archiv f. mikrosk. Anatomie* **51**, 382—452. Mit 2 Tafeln. 1898.
3. Albrecht Bethe. **Ueber die Primitivfibrillen in den Ganglienzellen vom Menschen und anderen Wirbelthieren** *Morpholog. Arbeiten*, herausgeg. von Schwalbe, 8 (1), 95—116. 1898.
4. F. Nissl. **Nervenzellen und graue Substanz.** *Münch. medic. Wochenschr.* (31), 988—992; (32), 1023—1029; (33), 1060—1063. 1898.
5. M. v. Lenhossék. **Kritisches Referat über die Arbeit A. Bethe's: „Die anatom. Elemente des Nervensystems und ihre physiologische Bedeutung."** *Neurol. Centralbl.* 18 (6), 242—246; (7), 301—308. 1899.

Auf Grund der Befunde, die man mit Hülfe der Golgi'schen Methode der Silber-Imprägnation gewonnen hat, ist man dazu gelangt, sich das ganze Nervensystem als aus einer Summe von neben und über einander geordneten Einheiten, Neuronen, bestehend zu denken. Jedes Neuron setzt sich aus Zelle, Nervenfortsatz und Endverästelung zusammen. Die Leitung des Nervenstromes findet stets in der Richtung von der Zelle zu der Endverästelung hin statt; an letzterer mufs der Strom auf eine andere Nervenzelle oder ein Endorgan überspringen. Diese Theorie, die sogen. Neuronentheorie hat fast allgemeine Annahme gefunden.

Ueber den feineren Bau der das Nervensystem zusammensetzenden „Einheiten" kann die Golgi'sche Methode keinen Aufschlufs geben, da sie dieselben nur als schwarze Silhouetten zur Darstellung bringt. Erst Nissl hat durch seine Methylenblaufärbung die Aufmerksamkeit wieder auf die Structur gelenkt. Jedoch färbt seine Methode nur die Zellen, und in ihnen, wie N. selbst sehr bald erkannte, nur eine Substanz, die nicht als Trägerin der eigentlich nervösen Functionen anzusehen ist. Nun ist es neuerdings dem ungarischen Zoologen Apáthy gelungen, in den Nervenzellen und ihren Fortsätzen mit grofser Klarheit eine Substanz zur Darstellung zu bringen, die er, wohl mit Recht, als die im engeren Sinne nervöse anspricht. Sie zeigt, wie man schon längst vermuthet hat, ausgesprochen fibrillären Charakter. Dabei aber haben sich eine Reihe von Thatsachen herausgestellt, die sich mit der Neurontheorie nicht vereinigen lassen, vielmehr,

wenn sie sich bestätigen, geeignet sind, über diese Theorie den Stab zu brechen.

Ganz angeschlossen haben sich Apathy bisher in allen wesentlichen Punkten Bethe und Nissl.

Apathy's Resultate, die sich der Hauptsache nach vorläufig auf Wirbellose, speciell den Regenwurm und den Blutegel beziehen, sind kurz folgende:

In den Axencylindern sämmtlicher Nervenfasern läfst sich auf färbetechnischem Wege ganz constant eine Anzahl von scharf umschriebenen feinsten Fibrillen darstellen. Diese „Primitivfibrillen" wachsen nach zwei Richtungen hin; einmal gegen das Centrum zu in Ganglienzellen hinein, zweitens peripherwärts entweder in Sinneszellen oder in Muskel- resp. Drüsenzellen. Keine dieser Zellarten aber stellt einen Endpunkt für die Fibrillen dar, vielmehr sind sicher die Ganglienzellen, höchst wahrscheinlich aber auch die genannten anderen Zellen nur eingeschaltet in die leitende Nervenbahn wie die Elemente einer Batterie in die ununterbrochen leitende Bahn eines elektrischen Stromes. Jenseits der Zellen verlaufen die Fibrillen weiter, so dafs vermuthlich weder im Centralorgan noch in der Peripherie eine Endigung der leitenden Bahnen stattfindet. Was man bisher dafür gehalten hat, sind nur Bilder, die durch die Unzulänglichkeit der gebräuchlichen Färbemethoden entstehen.

Der gröfste Theil der von der Peripherie her in das Centralorgan eintretenden Primitivfibrillen löst sich, bevor er mit den Ganglienzellen in Verbindung tritt in seine Elementarbestandtheile (Elementarfibrillen) auf. Diese bilden ein zwischen den Zellen gelegenes „diffuses Elementargitter"; aus ihm sammeln sich wieder Fibrillen, um nun erst zu Ganglienzellen sich zu begeben.

Hier dringen sie in den Zellleib ein, und „ebensoviele Elementarfibrillen wie in den eintretenden Primitivfibrillen enthalten sind, verlassen wieder, meist anders gruppirt, die Ganglienzellen auf dem Wege der Primitivfibrillen, die aus ihr heraustreten, nachdem sie sich im Zellkörper zu einem leitenden Geflecht oder Gitter ausgebreitet haben, in welchem ihre Umgruppirung erfolgt". Eine Endigung oder ein Anfang, etwa eine Auflösung der Fibrillen im Zellleib findet nicht statt, ebensowenig existirt irgend welche Verbindung der Fibrillen mit dem Kern.

Die Form der Gitterbildung in den Zellen ist bei verschiedenen Wirbellosen eine verschiedene. Auch bei demselben Thier lassen sich verschiedene Typen erkennen. Apathy unterscheidet z. B. beim Blutegel sensorische von motorischen Zellen.

Bethe's Befunde (2) an niederen Wirbelthieren, speciell bei Carcinus Maenas, decken sich in allen wesentlichen Punkten mit denen Apathy's. Er hebt die hohe Bedeutung der Arbeiten A.'s hervor und zieht, was dieser zu thun vermeidet, aus ihnen die nothwendigen Folgerungen für unsere Auffassung des Nervensystems. Da die Nervenfaser nicht das leitende ist, sondern das leitende nur einschliefst in Form durchaus individualisirter feinster Fibrillen, mufs das „Neuron" aufhören für uns eine anatomische und physiologische Einheit zu sein; Verbindungsbahnen zwischen den verschiedensten Punkten des Nervensystems verlaufen in ein und demselben

Neuron; die Contiguitätstheorie mufs der alten Continuitätstheorie wieder Platz machen.

Dafs Apathy's Primitivfibrillen in der That das leitende Element darstellen, davon ist Bethe vollkommen überzeugt.

Auf Grund umfangreicher Untersuchungen spricht B. die Ansicht aus, dafs in der phylogenetisch ältesten Form des Nervensystems das Elementargitter ausschliefslich innerhalb der durch breite Protoplasmabrücken zusammenhängenden Ganglienzellen liege, dafs es in der aufsteigenden Thierreihe allmählich aus den Ganglienzellen herausrücke und schliefslich in der höchsten Entwickelungsstufe wahrscheinlich gänzlich aufserhalb derselben zu liegen komme (Neuropil); die Ganglienzellen sind dann nur Durchgangspunkte für die Fibrillen.

Eine zweite Arbeit Bethe's (3) beschäftigt sich mit den Primitivfibrillen in den Ganglienzellen der höheren Wirbelthiere und des Menschen. Er konnte hier bei der Mehrzahl der Zellen mit grofser Deutlichkeit sämmtliche durch einen Fortsatz in den Zellleib eintretenden Fibrillen continuirlich durch denselben hindurch in einen anderen Fortsatz verfolgen; bei einigen Zellarten (grofse Vorderhornzellen und Zellen der Clarke'schen Säule des Rückenmarks) machte die continuirliche Verfolgung sämmtlicher Fibrillen Schwierigkeit, doch glaubt B. auch bei diesen einen ununterbrochenen Verlauf annehmen zu müssen. Bei reicher verästelten Zellen sieht man stets, dafs eine Reihe von Fibrillen überhaupt nicht in den Zellleib gelangt, sondern weit draufsen irgend zwei Aeste mit einander verbindet.

Die Schlüsse, die Bethe aus seinen Beobachtungen zieht, sind:

Die Primitivfibrillen sind als ein allgemeiner Bestandtheil aller Ganglienzellen der Wirbelthiere anzusehen.

Das Neuron ist keine anatomische und physiologische Einheit.

Ein durchgreifender Unterschied zwischen Dendriten und Axencylinderfortsatz der Zelle besteht nicht; es fällt damit die Lehre von der nutritiven, nicht nervösen Natur der ersteren.

Bethe's Methode ist vorläufig noch nicht geeignet zur Darstellung der zwischen den Zellen gelegenen Fibrillen beim Menschen und höheren Wirbelthieren. Wir erfahren deshalb von ihm nichts über deren Verhalten. In diese Lücke unserer Erkenntnifs des Centralorgans setzt Nissl ein (4), indem er durch eine lange Reihe von Betrachtungen die Möglichkeit und Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins eines beim Menschen recht ausgebildeten, zwischen den Zellen gelegenen fibrillären Netzwerkes zu beweisen sucht. Die graue Substanz der Wirbelthiere soll im Wesentlichen aus einem solchen bestehen und dem von Apathy bei Wirbellosen in so anschaulicher Weise zur Darstellung gebrachten Neuropil gleichwerthig sein. Der anatomische Beweis dafür steht noch aus.

Im Uebrigen steht Nissl ganz auf dem Boden der Anschauungen Apathy's und Bethe's. Dafs die auch von ihm bisher vertretene Lehre von den Nerveneinheiten nicht mehr als gültig angesehen werden kann, steht für ihn fest.

Ueber die Bedeutung der Ganglienzellen sind die 3 Forscher verschiedener Ansicht.

Nach Apathy bleiben sie das Centrum der nervösen Vorgänge; ihre Function besteht in der Production eines constanten Stromes (Tonus), zweitens in der Reaction auf die durch äufsere Einflüsse (Reize) verursachten Aenderungen dieses Tonus.

Bethe folgert aus experimentell physiologischen Versuchen an Carcinus Maenas, dafs der Reflexbogen überhaupt nicht durch Ganglienzellen geht, oder wenigstens nicht durch sie zu gehen braucht, ferner dafs die Ganglienzellen mit dem Tonus der Muskeln nichts zu thun haben; die receptorische Faser geht im Elementargitter (Neuropil) direct in eine motorische über, kann dabei allerdings eine Zelle passiren; die Beziehungen zwischen Zelle und Primitivfibrille hält er für rein nutritiver Natur.

Nach Nissl spielen die Zellen, die mit den Fibrillen ein innig verbundenes Ganze bilden, zum mindesten für alle höheren psychischen Functionen, eine hochwichtige Rolle.

Die vorliegenden Mittheilungen sind weit entfernt uns ein abgeschlossenes Bild zu geben; Beachtung verdienen sie jedenfalls in hohem Maafse.

Ganz neuerdings hat sich v. Lenhossék den angeführten Angaben gegenüber in einem „Kritischen Referat" (5.) als Vertheidiger der Neuronentheorie aufgeworfen. Er hält sich dabei wesentlich an eine neuere Arbeit Bethe's (*Biolog. Centralbl.* 17, 843. 1898), in welcher dieser seine bisherigen Befunde und Schlufsfolgerungen zusammengestellt hat. v. Lenhossék wendet sich gegen die, welche Bethe als Gewährsmann für die Erschütterung der Neuronentheorie anführen. Er hebt hervor, dafs B. selbst zugiebt, nach seiner Methode bei Carcinus einen directen Zusammenhang der Fibrillen zweier Neurone nicht beobachtet zu haben; gerade darauf aber komme es an. Von den Ausführungen Apathy's erklärt v. L. nicht überzeugt zu sein. Die Bedeutung seiner Forschungen erkennt er an, verlangt zunächst aber Nachprüfung der Befunde von anderer Seite. Der umfangreichere Theil des Referates wendet sich gegen die physiologischen Beobachtungen und Schlufsfolgerungen Bethe's. Nach v. Lenhossék kann die Physiologie gegen die Neuronenlehre nichts vorbringen, die Pathologie ist ihr günstig; heute zu sagen, der Stab sei über sie gebrochen, sei Niemand berechtigt.

Schröder (Breslau).

A. Goldscheider. **Die Bedeutung der Reize für Pathologie und Therapie im Lichte der Neuronlehre.** Leipzig, Joh. Ambr. Barth, 1898. 88 S.

Verf. steht und m. E. mit vollem Rechte ganz auf dem Boden der Neuronlehre, die trotz der Bethe'schen Entdeckung und Nissl'schen Angriffe noch unerschüttert dasteht. Eine logische Consequenz dieser Lehre ist es, dafs er den Begriff der Neuronschwelle einführt: Jeder Reiz, welcher die periphere Ausbreitung eines sensiblen Nerven trifft, pflanzt sich durch das ganze periphere Neuron bis an dessen Dendritenendigungen fort und bedingt in diesen eine Zustandsveränderung, welche ihrerseits wieder als Reiz auf die Neuriten des oder der Contactneurone wirkt. Damit dieser Reiz in dem secundären Contactneuron eine Wirkung hervorbringe, welche ihrerseits die tertiären Contactneurone gerade zu erregen vermag, mufs er

mindestens eine gewisse Gröfse haben. Diese minimale Gröfse, für das eben betrachtete sowie für jedes Neuron characteristisch, bezeichnet G. als Neuronschwelle. Das gesammte Nervensystem befände sich im Gleichgewichte, wenn die Neuronschwellen für alle Neurone ihre normale, characteristische Gröfse hätten; das Gleichgewicht sei gestört, wenn die Neuronschwellen für einzelne Neurone oder Neurongruppen erhöht, beziehungsweise vertieft wären, oder mit anderen Worten, wenn deren Erregbarkeit vermindert oder gesteigert wäre. Ein eben noch bewufst werdender optischer Reiz, die optische Reizschwelle, setzt also die Neuronkette bis zum Rindenfelde der optischen Wahrnehmung in Erregung und wirkt auf die Neurone dieser Endstation als Neuronschwelle.

Aber auch unter der Neuronschwelle liegende Reize wirken auf die Neurone ein, sie bahnen diese und können sich durch Wiederholung bis zur Höhe der Neuronschwelle und darüber summiren.

Der Unterschied zwischen der alten und der neuen, GOLDSCHEIDER'schen Ansicht liegt also darin, dafs jene den Hauptwiderstand der nervösen Erregung in die Ganglienzellen, diese an die Articulationstellen der Neurone verlegt.

Der nun folgende Theil des Buches Cap. III etc. betrachtet eine Reihe pathologischer Erscheinungen des Nervensystems unter dem Gesichtspunkte der Vertiefung und Erhöhung von Neuronschwellen. Der auch räumlich bedeutendste Abschnitt des Werkes, „Von der Bedeutung der Reize für die Therapie steht unter der Leitung des Grundgedankens, „dafs die äufseren Reize nicht allein reflectorisch auf die Blutgefäfse und quergestreiften Muskeln wirken, sondern dafs sie im Centralnervensystem ablaufende Störungen direct beeinflussen, und dadurch bei vorhandenen Gleichgewichtsstörungen umstimmend zu wirken im Stande sind."

Es darf nicht unerwähnt bleiben, dafs diejenigen Capitel des Buches, welche sich specieller mit pathologischen und therapentischen Fragen beschäftigen, Cap. III, IV und V mit den eingangs gegebenen theoretischen Erörterungen sehr wenig zu thun haben, und dafs der Titel kaum einen Schlufs erwarten läfst, der die Hydrotherapie, Massage etc. den Aerzten besonders ans Herz legt. Indessen, die Arbeit ist, wie es der Name des Autors nicht anders erwarten liefs, reich an anregenden Gedanken und verdiente auch einem weiteren medicinischen Leserkreise bekannt zu werden.

STORCH (Breslau).

S. TONNINI. **I fenomeni residuali e la loro natura psichica nelle relative localizzazioni dirette e comparate, in rapporto con le diverse mutilazioni corticali nel cane.** *Riv. Speriment. di Fren.* 24 (3—4), 700—744. 1898.

Die vorliegende, noch nicht geschlossene Arbeit des Prof. TONNINI von Cagliari ist die Fortsetzung der in *Riv. di Fren.* Bd. XXII, Heft 3—4 (vgl. *Zeitschr. f. Psychol.* 14, S. 146f.) begonnenen Untersuchungen, bei denen es sich vorzugsweise um die Semiotik der bei der Verstümmelung der Hirnrinde des Hundes auftretenden Gruppen von Erscheinungen handelte. Den Gegenstand der gegenwärtigen Abhandlung bildet die Betrachtung der Residual-Erscheinungen nach längerer Erhaltung der Thiere am Leben und ihrer psychischen Bedeutung im Verhältnifs zu den Rinden-Ver

stümmelungen. Die Aufgabe, die er sich gestellt hat, ist, die „Landkarte" der Hirnrinde, auf der sich noch viele, wenn nicht leere, doch dunkele Flecke, wie z. B. der Sitz für das Sehen, für die Hautempfindlichkeit, für die motorischen Impulse u. s. w. befinden, möglichst nach seinen eigenen getreuen und nicht schematischen Bildern zu vervollständigen. Nicht etwa weil es an hervorragenden älteren Leistungen, wie die von Luciani-Seppilli (Le localizzazioni funzionali 1885), von Goltz u. A. m. auf diesem Gebiete fehlt, aber weil die sich widersprechenden Deutungen der anatomischen Ergebnisse, zusammengehalten mit neueren, eine schärfere Sichtung verlangen, fühlt sich der Verf. zu der schwierigen Arbeit berufen. Zudem seien zu der schwebenden Frage über die psychometrische Natur der erregbaren Zone die über die inhibitorische Natur derselben Zone hinzugetreten; ferner die über das Verhalten der Anästhesie bei Paresen, über Hyperästhesie bei Hyperkinese. Auch das wahre Sehzentrum der Hunde sei ein Gegenstand, der vielfache Zweifel zuläfst.

Die Auskunft über alles Das ist allerdings erst am Schlusse der Arbeit zu erwarten. Die Schlüsse aus den Mittheilungen über 19 operirte Hunde gelten zunächst der Erörterung des strittigen Mehr oder Minders der klassischen Trias der Kollateral-, Ausfalls- und der Compensationserscheinungen, welchen er als Corrigens die Residualerscheinungen, als das Minimum derjenigen Functionsstörungen hinzufügt, welches die von der Verstümmelung übrig gebliebenen Organe zu ergänzen (compensiren) nicht im Stande waren.

Uebrigens unterscheidet Tonnini bei allen Stadien primäre und secundäre Erscheinungen. Das Hauptinteresse dreht sich indefs um die Residualerscheinungen, die besonders bei den an den vorderen Hirnstrecken operirten Thieren langsamer verlaufen, und häufig bis zum Tode unverändert andauern. — Von ihnen heifst es betreffs der Bewegungs- und Muskelsinns-Störungen, dafs sie am schärfsten hervortreten und am längsten dauern. — Weniger ist das der Fall bei den Sehstörungen, deren primäre Form als Amblyopie und (vollständige oder theilweise) Seelenblindheit, auftritt, während wirkliche Blindheit, wenn sie auftritt, secundäre Folge von Degeneration ist. Aehnlich verhält es sich mit den beiden Formen der Taubheit. Complicirter sind die Verhältnisse der Hautsensibilität, in Verbindung mit den Bewegungsstörungen. Geschmacks- und Geruchsstörungen werden vornehmlich bei Läsion der Stirnlappen beobachtet. Fraenkel.

Ferruccio Schupfer. **Sui dolori di origine centrale.** *Riv. Speriment. di Fren.* 24 (3—4), 582—604. 1898.

An die nicht seltene Erscheinung von Schmerzhaftigkeit verschiedener Art in durch Schlagflufs gelähmten Gliedern knüpft der Verf. die Erörterung der Frage über den centralen Ursprung der Schmerzen, unter Ausschlufs der auf peripherischen Ursachen, Gelenkentzündung u. dergl. m. beruhenden Schmerzen. Die centralen Schmerzen sind nun bedingt entweder von einer Läsion:

1. der Hirnrinde, oder 2. der centralen Kerne, oder 3. der Brücke oder 4. des verlängerten Markes.

An die unter 1. und 2. genannten Stellen knüpft sich die viel besprochene Frage des Sitzes der Sensibilität, des Faserverlaufes und der Centren für die verschiedenen Qualitäten der Sensibilität, da Schmerz nicht entstehen könne durch Reizung nicht empfindlicher Zonen. — Verf. geht die verschiedenen auf Experiment oder Beobachtung in Krankheitsfällen begründeten Ansichten von Autoren durch, aus denen sich ergiebt, dafs die Sensibilität über die weitesten Bezirke der Hirnrinde, namentlich auch über die motorischen Zonen sich ausdehnt, wie LUCIANI und SEPPILLI (in der Schrift Localisazzione corticale) zuerst nachgewiesen haben. Die eigentlich sensitiven Regionen sind allerdings in dem sogenannten Carrefour sensitif zu suchen.

Auch in dem vom Verf. beschriebenen Falle einer 70jährigen Frau, bei der sich 4—5 Tage nach erlittener Apoplexie in den völlig unbeweglichen rechtsseitigen Extremitäten und dem Gesicht heftige, wochenlang andauernde, eine Zeit lang verschwindende und dann unter gleichzeitigen Contrakturen — bis zu dem nach 4 monatlichen Leiden an doppelseitiger Pneumonie erfolgten Tode — anhaltende Schmerzen eingestellt hatten — zeigte sich bei der Section — ein erbsengrofser Erweichungsherd des Linsenkernes in der Nähe der inneren Kapsel nach Blutergufs in den linken Thalamus. Zur Differenzialdiagnose dienen die nachstehenden Erwägungen:

Schmerzen in den Gelenken oder der Wirbelsäule nach einer Hemiplegie — werden durch Bewegungen und Druck verstärkt; bei letzteren zeigen sich Compressionserscheinungen irgend eines peripherischen Nerven. Ist Polyneuritis Ursache der Schmerzhaftigkeit, so erkennt man dieselbe an der Degenerationsreaction im Bereich der peripherischen Nerven, aus der Anästhesie und Ataxie. — Die Schmerzen der contrahirten Gelenke und Muskeln sind weniger heftig und andauernd; Schmerzen mit dem ursächlichen Sitz im Pons sind selten.

Bei einem Tumor im Pons in DUCHEK's Fall begannen sie lanzinirend mit Ameisenlaufen, Convulsionen im rechten Beine, dann im rechten Bein, verschwanden und an ihre Stelle trat rechtseitige Paresis der Extremitäten und linksseitige Parese des Gesichts. Nach MONAKOW finden sich bei Pons-Läsionen oft Störungen des Tast-, Muskel-, Wärme-, Schmerzgefühls und sie beginnen mit Schmerz in den später gelähmten Extremitäten.

Auch Läsionen der Medulla oblongata sind selten von Schmerzen centralen Ursprunges begleitet. Vgl. indefs die Fälle von LEYDEN, MANN und MONAKOW. — Schliefslich kommt Verf. zu der Ansicht, dafs der Schmerz von dem hinteren Theile des Pulvinar ausgeht und man annehmen müsse, die seitlichen Fasern der Gegend des Carrefour sensitif seien für die Leitung der Schmerzempfindung bestimmt.

FRAENKEL (Dessau).

A. WESTPHAL. **Ueber ein bisher nicht beschriebenes Pupillenphänomen.** *Neurol. Centralbl.* 18 (4), 161—164. 1899.

Das Pupillenphänomen besteht in dem Eintritt einer Verengerung der Pupille bei dem Versuch, den M. orbicularis oculi des gleichen Auges energisch zu contrahiren. Die Versuchsanordnung trifft man so, dafs man

den zu Untersuchenden energisch das Auge zukneifen läfst, während man seine Lider auseinanderhält; die dabei eintretende Verengerung kann verschieden stark sein. Besonders leicht tritt sie ein, wenn die betreffende Pupille lichtstarr oder von träger Lichtreaction ist und wenn sie nicht verengt ist; doch konnte W. das Phänomen auch bei den gut reagirenden Pupillen einer Hysterica in einem Falle beobachten.

Dafs beim Zukneifen der Augenlider der Bulbus sich fast regelmäfsig nach oben und aufsen bewegt, ist eine schon seit langem bekannte und oft beobachtete Thatsache. Dieser Umstand läfst es nicht zu, die Pupillenverengerung als Convergenzerscheinung aufzufassen. Unbewufste Aenderung der Accommodation kann auch nicht im Spiele sein, da auch bei fehlender Reaction der Pupillen auf Accommodation das gleiche Phänomen auftritt. W. ist am meisten geneigt, in der Pupillenverengerung bei energischem Lidschlufs eine Mitbewegung zu sehen, entsprechend der mit ihr auftretenden Drehung des Bulbus. Ihr Zustandekommen erscheint erklärlich, wenn der von Mendel für Kaninchen und Meerschweinchen erhobene Befund, wonach der Kern des Augenfacialis in naher anatomischer Beziehung zum Oculomotoriuskern steht, auch für den Menschen gilt, wofür auch andere klinische Erfahrungen zu sprechen scheinen.

E. Schultze (Bonn).

E. W. Scripture. **Cerebral Light**. *Stud. from the Yale Psychol. Laborat.* 5, 88—89. 1897.

Hätte das Eigenlicht der Netzhaut überhaupt centralen Ursprung (wie Verf. annimmt), abgesehen von der Perception als solcher, so müfste es sich bei nervös Blinden ausnahmslos, zum mindesten unmittelbar nach der Erblindung finden. Theilweises Auseinanderfallen der beiden Sehfelder bei stärkster Convergenz läfst sich dioptrisch nicht erwarten. Ob dieselbe gröfser oder geringer oder Parallelität vorhanden ist, ist gleichgültig. Die nach der anfänglichen Zunahme der Helligkeit in Folge der Adaptation und Ausgleichung innerhalb derselben später auftretenden Figuren haben mehrfachen äufseren und inneren Ursprung. Sie sind jedoch so unbestimmt und rasch wechselnd, dafs sich, abgesehen von den Factoren selbst, Nichts schliefsen läfst, so sehr man es etwa wünschen mag. Aenderungen der Localisirung bei Augenbewegung, die Verf. als zweiten Grund anführt, sind Localisationsthatsachen und Reproduction, wie das anscheinende Sehen der eigenen Hand bei Bewegung, namentlich bei entsprechendem Luftzug. Selbst bei noch schwacher objectiver Lichtzufuhr aus dem ebenfalls verdunkelten Nebenraum ist noch immer kein sicherer Unterschied des monocularen gegenüber dem binocularen Sehfelde zu beobachten. Dies liegt an der starken peripheren Unbestimmtheit und aufserdem noch an der einfachen Thatsache der Unterschiedsschwelle. Nur bei verschiedener nervöser Sehschwäche läfst sich dann ein Unterschied der monocularen Sehfelder unter sich bemerken. Auch dieser wird aber mit fortschreitender Adaptation wieder unsicher. Der Schlufs des Verf. ist also ganz hinfällig. Der entscheidende Gegengrund sind natürlich die Blinden.

P. Mentz (Leipzig).

RUDOLF SCHULZE. **Ueber Klanganalyse.** *Philosophische Studien* 14 (3), 471—489. 1898.

Wir haben dem Verfasser dafür zu danken, dafs er sich der gewifs nicht sehr angenehmen Mühe unterzogen hat, Versuche, die um 5 bis 7 Jahre zurückliegen, noch nachträglich zu veröffentlichen. Er merkt selber an, dafs er auf eine eingehendere Erörterung der betreffenden Probleme in ihrer augenblicklichen Entwickelung verzichte. Die Versuche werden vielmehr vom Verfasser von dem Standpunkte aus dargestellt und gedeutet, den er bei ihrer Anstellung einnahm. Wenn ich im Folgenden einzelne Ausführungen des Verfassers zurückweise, so geschieht dies nicht, um ihm für seine Mühe noch obendrein einen Tadel auszusprechen, sondern vielmehr, um zu zeigen, dafs der Standpunkt, von dem aus die betreffenden Fragen heutzutage zu betrachten sind, ein wesentlich anderer geworden ist.

S. behauptet zunächst: „Wirken zwei oder mehrere Sinusschwingungen (auf unser Gehörorgan) ein, so ist man im Stande, die Empfindung nachzuweisen als die Summe mehrerer Empfindungen, also zu analysiren". Diese Behauptung ist in ihrer Allgemeinheit nachweislich falsch. Z. B. ist die Empfindung bei Tonerzeugung durch eine Stimmgabel gewöhnlich nicht analysirbar, obwohl objectiv wirklich m e h r e r e (verschieden frequente) Sinusschwingungen vorhanden sind.

Bei seiner Fragestellung im Weiteren läfst sich der Verfasser leiten durch die Rücksicht auf die HELMHOLTZ'sche Annahme mitschwingender Theilchen.

Ferner sagt der Verfasser: „Das Gesetz der musikalischen Verwandtschaft besagt, dafs Consonanzen schwerer zu analysiren sind als Dissonanzen". Sollte d i e s e s Gesetz wirklich in der Musik — z. B. in BEETHOVEN's Symphonien — verwirklicht sein?

Sodann meint der Verfasser, in Analogie mit anderen Sinnesgebieten müsse man auf Grund der HELMHOLTZ'schen Theorie erwarten, dafs bei naheliegenden Tönen die Analyse erschwert sei. Es frage sich, warum darüber nichts bekannt sei. Mir scheint freilich die Analogie zu einer derartigen Behauptung überhaupt nicht hinreichend zu sein.

In Bezug auf die Ausführung der Versuche ist zu erwähnen, dafs die zu hörenden Klänge zwei Secunden (eine für musikalisch geübte Beobachter sehr lange Zeit) andauerten. Ein bedenklicher Mangel scheint mir zu sein, dafs S. — freilich in bester Absicht — Stimmgabeltöne anwandte, da deren S t ä r k e nicht constant ist.

Die Ergebnisse zu deuten, ist nun für jeden, der nicht die genauesten Einzelheiten der Versuche kennt, aufserordentlich schwierig. Ich kann mir daher keine eigene Meinung bilden, sondern will nur die Schlüsse, die S. zieht, kritisch betrachten.

Wenn unter je 60 Fällen der Klang 1:3:5 42 Mal, der Klang 1:2:4:6 nur 3 Mal mehr, nämlich 45 Mal „unanalysirt bleibt", so würde ich mich noch nicht für berechtigt halten zu schliefsen, dafs die Versuchsperson die gradzahligen Obertöne etwas schwerer zu analysiren vermag. Gröfser ist freilich der Zahlenunterschied bei den anderen Versuchspersonen. (Siehe Tabelle.)

	A	*B*	*C*
1:3:5	42	44	41
1:2:4:6	45	22	25

Aber wenn man einen Schlufs ziehen wollte, so müfste man zunächst wissen, was diese Zahlen überhaupt bedeuten: „Dafs der Klang keinen Anhalt für die Analyse bot", meint der Verfasser. Aber damit ist gar nichts gesagt. Was geschah denn in den übrigen Fällen? Einen Vierklang analysiren ist doch nicht etwa vergleichbar damit, wenn ich einen aus vier Stücken zusammengeleimten Holzrahmen auseinanderreifse. Was für Urtheile fällten die Versuchspersonen bei „Nicht-Analyse" und bei „Analyse?"

Was heifst das, dafs „die Klänge zusammenfliefsen?" Ich habe trotz der gröfsten Anstrengung noch nie etwas von einem Zusammenfliefsen von Klängen wahrnehmen können!

Wie der Verfasser seine Tabelle III berechnet hat, weifs ich nicht. Ich kann daher nur sagen, sie scheint mir nicht einwandfrei zu sein.

Auch aus Tabelle IV vermag ich nichts auch nur mit einiger Sicherheit zu erschliefsen. Was der Verfasser von einem „Normalklang jedes Individuums" sagt, kann etwas Wahres enthalten.

S. 478 f. stellt der Verfasser dann Betrachtungen an, die sich ziemlich decken mit meinen Ausführungen (*diese Zeitschrift* Bd. 17, S. 413—416) über besondere das Urtheil beeinflussende Klangeigenthümlichkeiten, deren Wichtigkeit bei Versuchen der in Frage stehenden Art neuerdings auch von STUMPF zugegeben wird. (Beiträge zur Akustik und Musikwissenschaft, 2. Heft, S. 169 f.; bestritten *diese Zeitschrift* Bd. 17, S. 429 sowie Bd. 18, S. 301). Aber die Erkennung derartiger Klangeigenthümlichkeiten kann man nicht wohl eine „Analyse" des Klanges nennen!

Sehr wichtig sind nun die Versuche mit Zweiklängen von kürzerer Dauer, wobei die Versuchsperson die gehörten Töne nachzusingen hatte. Der Verfasser zieht aus seinen Versuchen den Schlufs, dafs die Analyse bei engeren Intervallen schwerer sei als bei weiteren. Er behauptet, dafs „dies Gesetz bisher nicht zur Beobachtung gelangt ist." Das dürfte doch wohl ein Irrthum sein; wird es doch bereits in STUMPF's Tonpsychologie erwähnt. So freilich, wie der Verfasser es hinstellt, dürfte es erheblichen Einwürfen ausgesetzt sein, wie ich sogleich zeigen will.

Er meint, dafs die Schwebungen bei Secunden und Terzen unter gewöhnlichen Umständen leicht verhindern können, dafs ein Beobachter einen Klang für einen Ton erklärt. Das dürfte kaum bestritten werden können. Aber diesem Uebelstande kann man doch kaum dadurch entgehen, dafs man die absolute Anzahl der Schwebungen bei den verschiedenen Intervallen durch Verkürzung der Klangdauer bei den weiteren Intervallen gleichgrofs macht.[1] Zwei Schwebungen innerhalb 0,008 Sec. sind doch nicht ebensoleicht merklich wie zwei Schwebungen innerhalb 0,1 Sec. Die

[1] Der Verfasser hat dies nicht wirklich so gethan, doch läuft seine Deutung der Versuche darauf hinaus.

Behauptung des Verfassers, dafs z. B. zwei Gabeln von 297 und 495 Schwingungen (3 : 5, grofse Sexte) 198 Schwebungen in der Secunde erzeugen, mufs ich als nicht auf Beobachtung, sondern auf einer falschen Theorie beruhend ablehnen. Freilich zwei Gabeln von 4000 und 4198 Schwingungen würden 198 Schwebungen erzeugen; die Gabeln des obigen Intervalls thun es nicht. Wenn man zur Erklärung der Tabelle IX überhaupt sinnesphysiologische Daten heranziehen will, so könnte es meines Erachtens höchstens das starke Auftreten eines Zwischentons bei den kleineren Intervallen (den drei ersten der Tabelle) sein; bei den übrigen Intervallen, bei denen ein Zwischenton (in dieser Höhenlage) kaum noch auftritt, zeigten sich auch keine weiteren Unterschiede der Zeitdauer. Aber ich sehe überhaupt nicht, was derartige peripher-physiologische Erklärungen mit der Analye zu thun haben, die doch nicht in einer Empfindungsänderung besteht. Wenigstens halte ich es nicht für durchführbar, mit „Analyse" die verschiedenartigsten Vorgänge zu bezeichnen. Ich betone jedoch noch, dafs ich S. in der Annahme einer Erleichterung der Analyse durch Vergröfserung des Intervalls (mit Abstraction von allem Wechsel sonstiger Verhältnisse) durchaus zustimme, wenn ich auch in dieser rein psychologischen Thatsache keine Stütze der Helmholtz'schen Theorie des Hörens erblicke.

Sehr interessant ist, dafs auch bei den Versuchen von S. die Consonanzen leichter richtig analysirt wurden. Der Verfasser meint, das scheine mit der musikalischen Uebung zusammenzuhängen; er sagt aber nicht, wie. Mir scheint es nicht gerechtfertigt, eine vollzogene „Analyse" (in der psychologischen Bedeutung des Wortes) anzunehmen, es sei denn, dafs die Analyse auch richtig ist. Bei „unrichtiger Analyse" dürfte eben die Analyse unfertig geblieben und das Urtheil auf Grund eines indirecten Kriterium vollzogen sein. (S. scheint das allerdings auch Analyse zu nennen!)

Wichtig ist die Bemerkung von S., dafs häufig „die Gleichzeitigkeit in eine Succession aufgelöst" worden sei.

Die physiologisch-theoretischen Betrachtungen, die S. hierbei anstellt, scheinen mir jedoch nichts weniger als überzeugend. Vor Allem bin ich geneigt zu bezweifeln, dafs die Dauer der kürzesten Klänge wirklich 0,006 Sec. betrug. Der Verfasser hat nichts beigebracht, um zu beweisen, dafs innerhalb seines Leitungsrohres Schallreflexionen (und damit Verlängerung der Klangdauer) ausgeschlossen waren. Er scheint daran überhaupt nicht gedacht zu haben.

Sodann verstehe ich nicht, was für ein Zusammenhang in Bezug auf kürzeste Zeitdauer nothwendigerweise besteht zwischen einer „Succession von Empfindungen" und einer durch einen periodischen physikalischen Vorgang bewirkten Gehörsempfindung.

Mögen auch manche Folgerungen des Verfassers nicht unanfechtbar sein, so hat er doch durch die Veröffentlichung seiner Versuche die bisher bekannten Thatsachen auf dem Gebiete der Klangbeurtheilung um einige interessante Einzelheiten vermehrt.

Max Meyer (Hanover U. S. A.).

Forsyth and Sowter. **On Photographic Evidence of the Objective Reality of Combination Tones.** *Proceedings of the Royal Society of London* **63**, 396. 1898.

Bereits von Rücker und Edser (Referat: *diese Zeitschrift* Bd. 11, S. 303 f.) ist der unanfechtbare Beweis erbracht worden, dafs die von Helmholtz auf Grund einer mathematischen Ableitung gemachte Behauptung richtig ist, dafs unter gewissen (aber bei den gebräuchlichen musikalischen Instrumenten nicht erfüllten) physikalischen Bedingungen „Combinationstöne" und zwar sowohl „Differenz"- als auch „Summations"-Töne entstehen. Den Verfassern des vorliegenden Aufsatzes ist es nun gelungen, die Bewegungen der bei der Methode von Rücker und Edser entstehenden optischen Interferenzstreifen zu photographieren. Sie legen eine Anzahl dieser Photographien vor. Die Tonerzeugung geschah mit Helmholtz' Sirene. Zu den Tartini'schen Differenztönen haben diese in physikalischer Hinsicht sehr interessanten Feststellungen natürlich gar keine Beziehung.

Max Meyer (Hanover U. S. A.).

A. F. Shand. **Feeling and Thought.** *Mind*, N. S., 28, 477—505. 1898.

Denken (thought) ist nur eine besondere Art des Gefühls, ausgezeichnet dadurch, dafs es sein Object aufser sich hat, dafs es über sich hinausweist. Im Uebrigen mufs der Unterschied erlebt werden. Wie man schon aus dieser These, die, wie es scheint, in der Arbeit bewiesen werden soll, ersieht, ist der Gebrauch des Wortes „feeling" sehr verschieden von dem des deutschen „Gefühl", wie wir das Wort wenigstens seit Tetens und Kant anwenden. „Feeling" wird hier einfach als unmittelbares Erlebnifs dem „thought" gegenübergestellt. Welchen Sinn aber hat es dann schliefslich den „thought" als eine Art des „feeling" zu bezeichnen? Mir scheint, der Verf. hegt zu viel Hochachtung für die Terminologie des täglichen Lebens, und der Wunsch, mit dieser Terminologie (die doch durchaus nicht identisch mit dem psychischen Thatbestand ist) nicht zu brechen, verwirrt ihm seine sonst höchst scharfsinnigen Ausführungen. Es ist im Uebrigen sehr interessant, die Prüfung der verschiedenen Theorien über das Verhältnifs des Unterschiedenen oder Bemerkten zum blofs unbestimmt Erlebten nachzulesen. Der Deutsche wird sich öfter an Ausführungen von Lotze und Lipps erinnert fühlen, die der Verf. übrigens nicht citirt. Nur fehlt aus dem angeführten Grunde die rechte Präcision in der Fragestellung. Darum ist es auch schwer, das Einzelne in den Ausführungen des Verf. genauer wiederzugeben.

J. Cohn (Freiburg i. B.).

F. Wollny. **Vorstellung und Empfindung.** *Zeitschr. f. immanente Philos.* **3** (4), 463—486. 1898.

Bd. 16 S. 240 *dieser Zeitschrift* hatte Referent den Verfasser dieser Abhandlung aufgefordert, die Thatsachen mitzutheilen, auf die sich seine Auffassung von der Raumanschauung der Thiere stützt. Dieser Aufforderung kommt der Verf. nun zwar nicht nach, nimmt aber Gelegenheit, seine Theorien nochmals zu entwickeln. „Raum und Zeit sind", so heifst es S. 469 f. „als Formen unserer Anschauung von dem gegebenen Dasein (W. unterstreicht) zu betrachten, welchen kein besonderes Organ in

unserer Organisation entspricht, die vielmehr in der ausgedehnten Form und Gestalt, welche unsere sämmtlichen Sinnesorgane insgesammt oder m. a. W. unser ganzer und vollständiger Organismus an sich aufweist, wie andererseits in der stetig fortschreitenden Entwickelung unseres Empfindungslebens .... ihren Grund haben, worin unser Organismus mit der Grundverfassung des Daseins übereinstimmt" ... Das Thier hat, wie keine Sprache, so auch keine ausgeprägten Vorstellungen. Seine Instinkte können uns erst verständlich werden, wenn wir sie (S. 473) „mit den ebenso regelmäfsigen Krystallbildungen im Reiche der anorganischen Natur vergleichen." S. 484: „Das Einzige, was wir den höher organisirten Thieren zugestehen können, sind Bewufstseinsblitze" .... „Dafs das Thier aber niemals ein eigentliches Bewufstsein von Raum und Zeit für sich erlangt, dafür kann als untrüglicher Beweis dienen, dafs es zu keinem persönlichen Bewufstsein, d. h. zu keiner in fortdauerndem Bewufstsein anhaltenden Unterscheidung seiner selbst von dem übrigen Dasein, wie überhaupt zu keinen gesonderten Vorstellungen von den Dingen und daher auch zu keiner articulirten Sprache gelangt." Abgesehen von dem Fehlen der articulirten Sprache sehe ich hier nirgends die Spur von einer Thatsache. Aufserdem enthält der Aufsatz noch alles Mögliche: Ausführungen über Telepathie, Polemik gegen Kant, den W. für einen Anhänger Berkeley's, ja zuweilen für einen Solipsisten hält, und also möglichst gründlich mifsversteht, gegen Hume, dessen Causalitätstheorie durch Annahme eines Causalitätstriebes widerlegt werden soll und besonders gegen Wundt. Diesem wird vorgeworfen, dafs er wider besseres Wissen seine Philosophie mit der Religion in Einklang zu bringen sucht, dafs er die psychologischen Begriffe auflöst, in seinen Versuchen geistige Vivisection an Menschen treibt u. s. w. Ich führe dies an, um ein für alle Male klar zu stellen, dafs auch das härteste Urtheil über Herrn Wollny's Art gerechtfertigt ist. Ich werde auf Erwiderungen und Anzapfungen dieses Herrn von jetzt ab kaum mehr antworten, da mir meine Zeit zu schade ist.

J. Cohn (Freiburg i. B.).

Caroline M. Hill. **On Choice.** *Amer. Journ. of Psych.* 9 (4), 587—590. 1898.

Auf Grund etwas unbestimmter bisweilen dilettantischer Ueberlegungen über die Wichtigkeit von „Wahl"vorgängen, werden Versuche so angestellt, dafs Personen zwei Dinge (Buchstaben, sinnlose Silben, Spielkarten, Karten mit blauem und rothem Fleck, Visitenkarten) vorgelegt werden. Die Wahl erfolgte bei einem Theil der Versuche durch Niederschreiben des Gewählten, bei einem anderen durch Umdrehen der Karten. Im ersten Falle wurde das links stehende Glied wegen der Gewohnheit des Schreibens öfters bevorzugt, im zweiten Falle überwog das Vorziehen der rechten Seite. Wenn man aber die linke Karte der Versuchsperson näher brachte, überwog diese. — Es ist nicht recht klar, was aus diesen Versuchen zu lernen sein soll, und es kann nicht als ein Unglück für die Wissenschaft bezeichnet werden, dafs die Verfasserin verhindert ist, ihre planlosen Versuche fortzusetzen.

J. Cohn (Freiburg i. B.).

Namenregister.

Fettgedruckte Seitenzahlen beziehen sich auf den Verfasser einer Originalabhandlung, Seitenzahlen mit † auf den Verfasser eines referirten Buches oder einer referirten Abhandlung, Seitenzahlen mit * auf den Verfasser eines Referates und die übrigen Seitenzahlen auf das Vorkommen im Text.


3 2044 102 987 393
Digitized by Google